Excellence scientifique • Protection et conservation des ressources • Bénéfices aux Canadiens
Scientific Excellence • Resource Protection & Conservation • Benefits for Canadians

Structure des communautés ichtyennes intertidales de l'estuaire du Saint-Laurent et possibilité d'utilisation pour un suivi environnemental

B. Massicotte, G. Verreault et L. Désilets

Division de l'habitat du poisson
Direction de la gestion des pêches et de l'habitat
Ministère des Pêches et des Océans
901 Cap Diamant, C.P. 15500 Québec,
Québec G1K 7Y7

Juin 1990

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques No 1752

Pêches et Océans Fisheries and Oceans

Canada

Rapport technique canadien des sciences halieutiques et aquatiques

Les rapports techniques contiennent des renseignements scientifiques et techniques qui constituent une contribution aux connaissances actuelles, mais qui ne sont pas normalement appropriés pour la publication dans un journal scientifique. Les rapports techniques sont destinés essentiellement à un public international et ils sont distribués à cet échelon. Il n'y a aucune restriction quant au sujet; de fait, la série reflète la vaste gamme des intérêts et des politiques du ministère des Pêches et des Océans, c'est-à-dire les sciences halieutiques et aquatiques.

Les rapports techniques peuvent être cités comme des publications complètes. Le titre exact paraît au-dessus du résumé de chaque rapport. Les rapports techniques sont résumés dans la revue *Résumés des sciences aquatiques et halieutiques*, et ils sont classés dans l'index annual des publications scientifiques et techniques du Ministère.

Les numéros 1 à 456 de cette série ont été publiés à titre de rapports techniques de l'Office des recherches sur les pêcheries du Canada. Les numéros 457 à 714 sont parus à titre de rapports techniques de la Direction générale de la recherche et du développement, Service des pêches et de la mer, ministère de l'Environnement. Les numéros 715 à 924 ont été publiés à titre de rapports techniques du Service des pêches et de la mer, ministère des Pêches et de l'Environnement. Le nom actuel de la série a été établi lors de la parution du numéro 925.

Les rapports techniques sont produits à l'échelon régional, mais numérotés à l'échelon national. Les demandes de rapports seront satisfaites par l'établissement auteur dont le nom figure sur la couverture et la page du titre. Les rapports épuisés seront fournis contre rétribution par des agents commerciaux.

Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences

Technical reports contain scientific and technical information that contributes to existing knowledge but which is not normally appropriate for primary literature. Technical reports are directed primarily toward a worldwide audience and have an international distribution. No restriction is placed on subject matter and the series reflects the broad interests and policies of the Department of Fisheries and Oceans, namely, fisheries and aquatic sciences.

Technical reports may be cited as full publications. The correct citation appears above the abstract of each report. Each report is abstracted in *Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts* and indexed in the Department's annual index to scientific and technical publications.

Numbers 1–456 in this series were issued as Technical Reports of the Fisheries Research Board of Canada. Numbers 457–714 were issued as Department of the Environment, Fisheries and Marine Service, Research and Development Directorate Technical Reports. Numbers 715–924 were issued as Department of Fisheries and the Environment, Fisheries and Marine Service Technical Reports. The current series name was changed with report number 925.

Technical reports are produced regionally but are numbered nationally. Requests for individual reports will be filled by the issuing establishment listed on the front cover and title page. Out-of-stock reports will be supplied for a fee by commercial agents.

RAPPORT TECHNIQUE CANADIEN DES
SCIENCES HALIEUTIQUES ET AQUATIQUES
NO 1752 F

Juin 1990

STRUCTURE DES COMMUNAUTÉS ICHTYENNES INTERTIDALES DE L'ESTUAIRE DU SAINT-LAURENT ET POSSIBILITÉ D'UTILISATION POUR UN SUIVI ENVIRONNEMENTAL

par

B. Massicotte[1], G. Verreault[1] et L. Désilets[2]

Ministère des Pêches et des Océans
Direction de la gestion des pêches et de l'habitat
Division de l'habitat du poisson
Gare Maritime Champlain
C.P. 15500
901, Cap Diamant
Québec (Québec)
G1K 7Y7

---

[1] Lapel Groupe-Conseil inc, 1305, boul. Lebourneuf, Québec, G2K 2E4

[2] Ministère des Pêches et des Océans, Division de l'habitat du poisson, 901, Cap-Diamant, Québec (Québec), G1K 7Y7

90-06629/

©Ministère des Approvisionnements et Services Canada 1990
No de catalogue Fs 97-6/1752F ISSN 0706-6570

On devra référer comme suit à cette publication:

Massicotte, B., G. Verreault et L. Désilets. 1990. Structure des communautés ichtyennes intertidales de l'estuaire du Saint-Laurent et possibilité d'utilisation pour un suivi environnemental. Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. 1752: VII + 27 p.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
Liste des tableaux	IV
Liste des figures	V
Résumé	VI
Abstract	VI
Préface	VII
Introduction	1
Matériel et méthodes	1
Protocole d'échantillonnage	1
Prélèvements et mesures biologiques	3
Traitement des données	3
Résultats	4
Caractéristiques de l'habitat	4
Caractéristiques des prises	5
Diagrammes rang-fréquence	5
Indices de diversité spécifique	5
Spectres de biomasse	5
Groupes trophiques	5
Parasitisme et anomalies morphologiques	14
Caractéristiques des principales espèces	17
Poulamon atlantique	17
Éperlan arc-en-ciel	20
Alose savoureuse	20
Discussion	20
Communautés ichtyennes	20
Indice d'intégrité biotique	23
Conclusion et recommandations	24
Remerciements	26
Références	26

LISTE DES TABLEAUX

		Page
Tableau 1	Valeurs moyennes des paramètres physico-chimiques de l'eau mesurés aux quatre sites d'échantillonnage de l'estuaire moyen du Saint-Laurent à marée basse	6
Tableau 2	Liste des espèces de poissons capturés à chaque site d'échantillonnage de l'estuaire moyen du Saint-Laurent (2 tournées cumulées)	7
Tableau 3	Indices de diversité spécifique de Shannon-Weaver et de "Well Being" pour chaque site et pour chacune des tournées d'échantillonnage	14
Tableau 4	Taux de parasitisme et nombre d'anomalies morphologiques	16
Tableau 5	Évaluation du parasitisme du poulamon atlantique par les sangsues et de l'éperlan arc-en-ciel par les cestodes aux quatre sites d'étude de l'estuaire moyen	16
Tableau 6	Prises par unité d'effort (PUE) des poulamons) 0^+ et adultes aux quatre sites d'échantillonnage	17
Tableau 7	Les douze paramètres de l'indice d'intégrité biotique (adapté de Karr *et al* (1986))	25

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Localisation des sites d'échantillonage. Limites estuariennes selon El-Sabh *et al* (1979) . . .	2
Figure 2	Résultats des pêches exploratoires effectuées aux quatre sites d'échantillonnage de l'estuaire moyen du Saint-Laurent en 1990	8
Figure 3	Diagrammes rang-fréquence basés sur les PUE moyennes (± l'écart type) des sites en amont	9
Figure 4	Diagrammes rang-fréquence basés sur les PUE moyennes (± l'écart type) des sites en aval	10
Figure 5	Diagrammes rang-fréquence basés sur les BUE moyennes (± l'écart type) des sites en amont	11
Figure 6	Diagrammes rang-fréquence basés sur les BUE moyennes (± l'écart type) des sites en aval	12
Figure 7	Spectres de biomasse des poissons (deux tournées cumulées)	13
Figure 8	Importance relative des groupes trophiques basée sur les PUE et les BUE moyennes (planctivores (Pl), piscivores (Pl), omnivores (O), benthivores (Be) et autres (Au))	15
Figure 9	Structures d'âge des poulamons atlantiques et des éperlans arc-en-ciel (deux tournées cumulées)	18
Figure 10	Distribution des longueurs totales des poulamons atlantiques (deux tournées cumulées)	19
Figure 11	Taille moyenne des poulamons 0^+ aux sites en amont (0) et en aval(•) Intervalles de confiance à 99 %)	20
Figure 12	Distribution des longueurs totales des éperlans arc-en-ciel et des aloses savoureuses (deux tournées cumulées)	21

RÉSUMÉ

Massicotte, B., G. Verreault et L. Désilets, 1990. Structure des communautés ichtyennes intertidales de l'estuaire du Saint-Laurent et possibilité d'utilisation pour un suivi environnemental. Rapp. tech. can. sci. halieut.aquat. 1752: vii + 27 p.

Sous le volet "Évaluation des écosystèmes" du plan d'action Saint-Laurent, un échantillonage des communautés ichtyennes intertidales de l'estuaire moyen du Saint-Laurent a été effectué pour en préciser la structure et pour statuer sur la possibilité de les utiliser comme bio-indicateurs de l'état de perturbation de ce milieu. La pêche expérimentale a été effectuée à deux sites de la partie amont de l'estuaire moyen et à deux sites dans sa partie aval. Un total de 27 espèces ont été recensées. La plupart des individus capturés étaient des juvéniles; seuls le poulamon atlantique, l'éperlan arc-en-ciel et l'épinoche à trois épines ont été capturés à tous les sites. Les communautés ichtyennes des sites en amont sont plus complexes que ceux des sites en aval. Le taux de parasitisme était également plus élevé en amont qu'en aval. L'indice d'intégrité biotique développé par Karr *et al.*(1986) n'est pas applicable à l'estuaire du Saint-Laurent et une méthode adaptée doit être développée.

ABSTRACT

Massicotte, B., G. Verreault et L. Désilets, 1990. Structure des communautés ichtyennes intertidales de l'estuaire du Saint-Laurent et possibilité d'utilisation pour un suivi environnemental. Rapp. tech. can. sci. halieut.aquat.1752: vii + 27 p.

A survey of fish communities using the intertidal zones of the St. Lawrence estuary was performed as a contribution to the "State of the environment and ecosystems" of the St. Lawrence action plan. The main objectives were to characterize the structure of these communities and discuss their use as bio-indicators of the state of degradation of the St. Lawrence estuary. Experimental fishing was performed at two sites located near the head of the estuary and at two sites, further downstream, more representative of marine conditions. A total of 27 species were caught. Most of the individuals were juveniles; only three species were caught at every site: tomcod, rainbow smelt and three spine stickleback. Fish communities of upstream sites were more complex than those of downstream sites. Parasitism rates were significantly higher at upstream sites. the index of biotic integrity developed by Karr *et al.* (1986) is inapplicable to the St. Lawrence estuary and a more appropriate methodology has to be developed.

PRÉFACE

Le Ministère présente dans ce document les résultats de deux campagnes d'échantillonnage qui se sont déroulées dans l'estuaire moyen à l'automne 1989. Ce projet s'inscrit dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent, plus particulièrement dans le volet "État de l'Environnement et des Ecosystèmes". Ce travail a été réalisé par la firme Lapel Groupe-Conseil inc. suite à un appel d'offre public. Yvan Vigneault a agi comme délégué scientifique pour le ministère des Pêches et des Océans, M. Gordon Walsh du même ministère a agi comme co-délégué. M. Claude Langlois d'Environnement Canada a aussi agi comme co-délégué scientifique et joué un rôle essentiel dans la conception et la mise en marche de ce projet. Pour de plus amples informations, le lecteur devra se référer au rapport original de Lapel Groupe-Conseil inc.

INTRODUCTION

Le fleuve Saint-Laurent constitue la plus grande unité hydrographique du Québec, et sûrement la plus stratégique à tous les points de vue. Au rythme des impératifs économiques, politiques et sociaux, sa qualité générale s'est progressivement détériorée. Le récent programme d'évaluation des écosystèmes du Plan d'action Saint-Laurent (PASL) vise l'évaluation de la qualité des écosystèmes du Saint-Laurent et leur suivi. Par le biais de méthodes appropriées, il s'agit de mesurer l'intégrité des communautés biologiques et la qualité de leurs habitats, surtout en relation avec la contamination par les substances toxiques.

Comme les poissons occupent des positions élevées dans la structure trophique de l'écosystème aquatique, le ministère des Pêches et des Océans et Environnement Canada ont initié un projet visant à expérimenter leur utilisation comme indice de la qualité du fleuve et de l'estuaire. Dans la mesure où les substances toxiques affectent la production ou la survie des poissons, il serait alors possible, à partir des données ichtyologiques, de développer un ou des indice(s) d'intégrité du milieu qui permettrai(en)t d'évaluer la qualité du Saint-Laurent et d'en suivre l'évolution. Au moins deux indices basés sur les communautés ichtyennes ont été développés et utilisés avec succès aux États-Unis (Hugues et Gammon 1987, Karr *et al.* 1986).

Le projet porte sur les communautés de poissons de trois tronçons du fleuve Saint-Laurent: le lac Saint-François, le lac Saint-Pierre et l'estuaire. Ils ont été retenus à cause de leur richesse halieutique, de la dégradation de leurs habitats et de la disponibilité de données sur leur contamination par les substances toxiques. Spatialement, ces trois tronçons permettent de tenir compte des apports toxiques provenant des Grands-Lacs (lac Saint-François), de ceux provenant de la région de Montréal (lac Saint-Pierre) et de tous ceux transités dans le fleuve (estuaire).

La réalisation de ce projet comprend plusieurs volets, dont l'étude de la structure des communautés ichtyennes des lacs Saint-François et Saint-Pierre, celle des communautés ichtyennes intertidales de l'estuaire et enfin l'analyse de leur contamination par certaines substances toxiques et de leurs effets sous-létaux.

Le présent rapport s'inscrit dans le cadre de cette vaste étude et rend compte de la structure des communautés ichtyennes intertidales de l'estuaire du Saint-Laurent. Les objectifs spécifiques étaient:

- d'effectuer un inventaire systématique de toutes les espèces rencontrées sur chacun des 4 sites à l'étude,
- d'établir les caractéristiques biologiques des populations recensées,
- d'évaluer la variabilité des structures de communautés présentes aux différents sites,
- et de récolter des échantillons de certaines espèces en vue d'analyses de contamination et d'effets sous-létaux.

L'utilisation des communautés ichtyennes intertidales comme indicateurs de l'intégrité biotique de l'estuaire du Saint-Laurent est discutée et des recommandations sont formulées dans l'optique d'un éventuel suivi environnemental.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

PROTOCOLE D'ÉCHANTILLONNAGE

La figure 1 illustre la localisation des quatre sites d'échantillonnage situés à l'intérieur de l'estuaire du fleuve Saint-Laurent, tel que défini par El-Sabh *et al.* (1979). Les sites de Saint-Joachim et de Montmagny sont localisés au début de l'estuaire moyen, près de la zone de mélange entre eaux douces et eaux saumâtres; dans le texte ils sont identifiés comme étant les sites en amont. Ceux de Saint-Joseph-de-la-Rive et de Cacouna appartiennent à la partie supérieure de l'estuaire moyen et sont désignés comme les sites en aval.

Pour tenir compte de la variabilité spatio-temporelle, trois stations ont été échantillonnées à deux reprises à chaque site (début et fin septembre pour Saint-Joachim et Saint-Joseph-de-la-Rive, mi-septembre et mi-octobre pour les deux autres). A chaque site, les trois stations ont été réparties de façon représentative du milieu.

Pêche expérimentale

La pêche expérimentale a été réalisée à l'aide d'un filet maillant expérimental de 46 m de longueur, à mailles variables (2,5 à 10,2 cm), d'un verveux et d'une seine de rivage de 20 m de longueur. Le filet maillant était installé perpendiculairement à la rive, le maillage fin étant ancré dans environ 1,0 m d'eau à marée basse. Il était relevé après 24 heures.

Le verveux, fixé sur le bas de la slikke avec l'ouverture face à la rive, n'était opérant qu'à marée haute. De plus, deux ou trois traits de

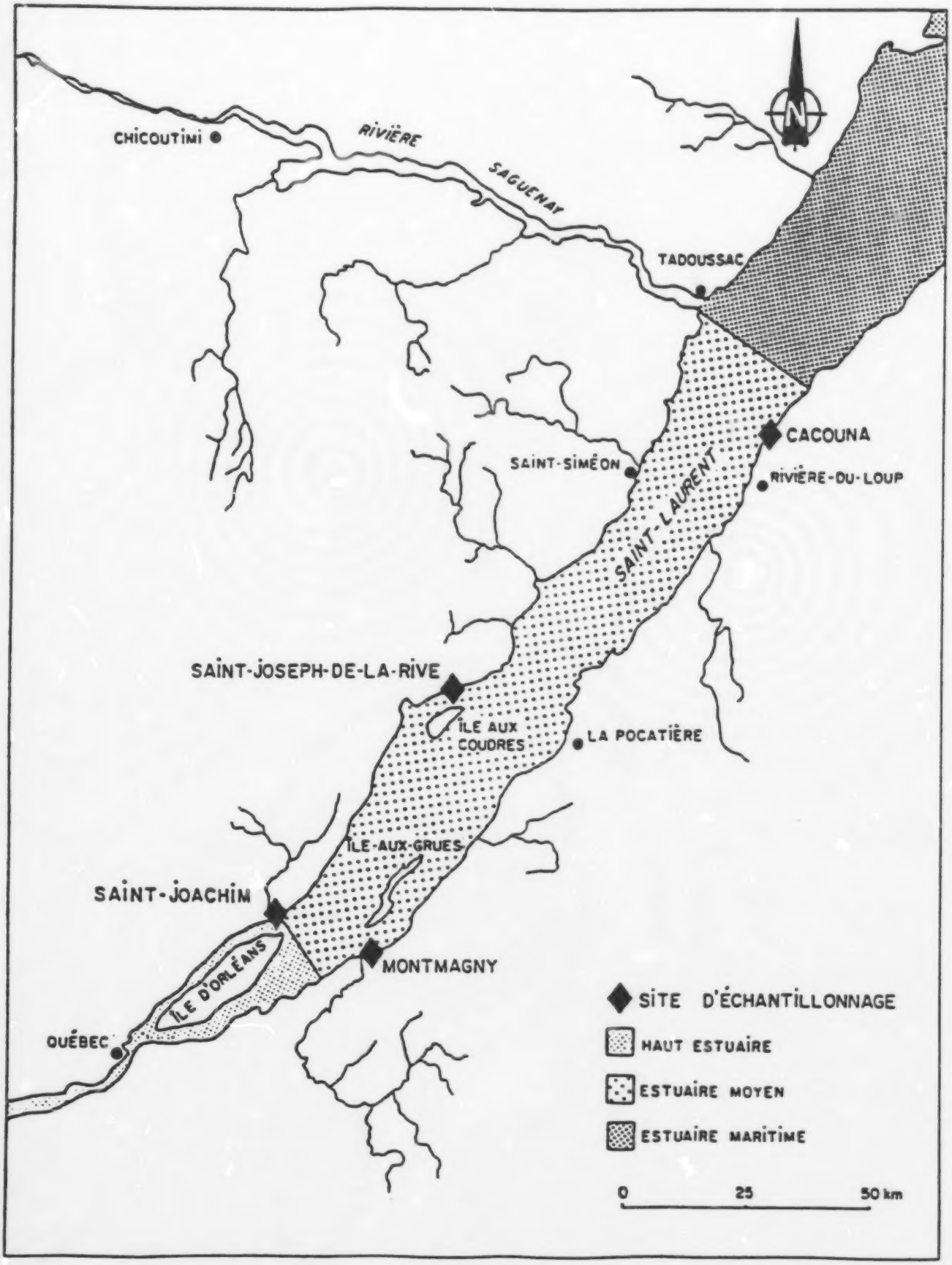


FIGURE 1. Localisation des sites d'échantillonnage. Limites estuariennes selon El-Sabh et al. (1979).

seine ont été réalisés à chaque station, à marée haute ou durant le baissant, lorsque la présence de marais empêchait l'utilisation efficace de la seine à marée haute.

Physico-chimie

Les mesures physico-chimiques de l'eau étaient effectuées à l'étale de marée basse ou au début du montant, à l'extrémité du filet maillant (vers le large). A chaque tournée, les paramètres mesurés étaient:

. le pH en surface (pH-mètre Fisher 119-pH tempmeter);
. la transparence en mètres (disque de Secchi);
. la vitesse (m/s) et la direction du courant de surface (dérive chronométrée);
. la température (°C) et l'oxygène dissous (mg/L) en surface et à tous les mètres (appareil YSI modèle 31B);
. la salinité (‰) en surface et à tous les mètres (conductivimètre YSI modèle 33).

Lors de la première tournée, un échantillon d'eau a été prélevé à 50 cm de la surface et a été réfrigéré pour déterminations de la couleur (PtCo) et de la turbidité (UTN) en laboratoire. Ces analyses ont été effectuées à l'intérieur d'un délai de 48 heures suivant la prise des échantillons.

Des échantillons de sédiments ont également été prélevés à chaque site pour analyse de leur contenu en métaux lourds et en contaminants organiques. Ce rapport ne traite pas de ces aspects.

PRÉLÈVEMENTS ET MESURES BIOLOGIQUES

Pour chaque site d'échantillonnage et pour chacune des tournées, les prises par engins de pêche étaient triées par espèce et dénombrées. Les spécimens dont l'identification était douteuse ont été examinés au "Atlantic Reference Center" de Saint-Andrews, Nouveau-Brunswick.

Un maximum de 50 ou 100 individus par espèce étaient prélevés au hasard pour les mesures biologiques. Lorsqu'une espèce fournissait deux (ou plus) groupes de tailles identifiables, chacun d'eux était représenté par au moins 50 individus. Les mesures effectuées étaient:

. la longueur totale et à la fourche lorsqu'adéquat (± 1,0 mm);

.le poids (± 0,1 g);

.le prélèvement de pièces anatomiques (écailles, otolithes, rayons de nageoire ou opercules) pour la détermination de l'âge;
.l'identification du sexe et l'évaluation du stade de maturation des gonades selon l'échelle relative de Nicholsky (1930) dans Verreault et Langlois (1984);
.l'examen des pathologies et parasites visibles à l'oeil nu sur la surface externe des poissons et des viscères.

Les estomacs d'environ trente spécimens par espèce ont été prélevés pour chacun des sites en vue de l'analyse de leur contenu. Comme les esturgeons noirs capturés ont été libérés après avoir été mesurés, leur régime alimentaire n'a pas été établi.

Enfin à chaque tournée d'échantillonnage, des individus ont été conservés et des prélèvements de tissus (foies et arcs branchiaux) ont été effectués sur quelques poissons vivants pour fins d'analyses de contaminants et d'effets sous-létaux. Les espèces cibles étaient le poulamon atlantique et l'éperlan arc-en-ciel; quelques prélèvements ont également été effectués sur des meuniers rouges et noirs. Ce rapport ne traite pas du résultat de ces analyses.

TRAITEMENT DES DONNÉES

De façon à pouvoir comparer les données des quatres sites d'échantillonnage, les prises sont exprimées par unité d'effort (PUE). Cette unité d'effort correspond à 24 heures de pêche au filet maillant, à deux marées hautes pour le verveux et à 100 m^2 pour la seine.

Comme les engins de pêche ont été utilisés de la même façon aux quatre sites d'échantillonnage, l'addition de leurs PUE respectives permet de regrouper et d'exprimer les prises sur une base comparable:

$PUE_{station} = PUE_f + PUE_v + PUE_s$ où
PUE_f = prises par unité d'effort au filet maillant (24 hres)
PUE_v = prises par unité d'effort au verveux (2 marées hautes)
PUE_s = prises par unité d'effort à la seine (100 m^2)
$PUE_{station}$ = prises par unité d'effort à une station d'échantillonnage.

Comme il y avait trois stations d'échantillonnage à chaque site, les PUE totales à un site donné s'obtiennent par:

$$PUE_{site} = PUE_A + PUE_B + PUE_C$$

où A, B et C représentent les stations d'échantillonnage du site.

Pour chaque site, les valeurs sont également présentées sous forme de PUE moyennes. Les PUE moyennes à un site donné s'obtiennent en divisant les PUE totales par 3 (nombre de stations). L'écart type de ces moyennes fournit un aperçu de la variabilité intra-site.

Pour chaque site et à chaque tournée, le poids individuel moyen d'une espèce a été calculé à partir des mesures de poids effectuées. En fonction des prises par unité d'effort (PUE) de chaque espèce, la biomasse par unité d'effort a été calculée comme suit:

$BUE_i = PUE_i \cdot m_i$
BUE_i = biomasse par unité d'effort de l'espèce i (kg)
PUE_i = prises par unité d'effort de l'espèce i
m_i = poids individuel moyen de l'espèce i (calculé pour chacun des sites).

La BUE totale d'une station donnée s'exprime donc comme suit:

$$BUE = \sum_i BUE_i = \sum_i (PUE_i \cdot m_i)$$

et la biomasse moyenne par unité d'effort pour un site donné correspond à la moyenne des BUE des trois stations échantillonnées.

Les PUE et BUE moyennes ont servi à établir des diagrammes rang-fréquence pour les communautés ichtyennes des quatre sites d'échantillonnage.

En général, les activités de pêche se sont bien déroulées à l'exception de celles réalisées à la station C du site de Saint-Joseph-de-la-Rive, où une dérive massive d'algues a fait décrocher le verveux et le filet maillant à chaque tournée et de la station C de Cacouna, où le verveux a été colmaté par les algues lors de la seconde visite. Les faibles effectifs produits par ces trois pêches n'ont pas été inclus dans le traitement des données.

À chaque site, et pour chaque tournée, deux indices ont été calculés: l'indice de diversité spécifique de Shannon-Weaver (Legendre et Legendre 1984):

$$H' = P_i \ln P_i$$

où P = proportion des individus appartenant à l'espèce i

en utilisant les données de PUE (H'n) et de BUE (H'b) des trois stations d'échantillonnage et l'indice de "Well Being (IWB)" de Hugues et Gammon (1987):

$$IWB = 0{,}5 \ln N + 0{,}5 \ln B + H'n = H'b$$

où N = PUE totales
B = BUE totales en kg
H'n = indice de Shannon-Weaver calculée à partir des PUE
H'b = indice de Shannon-Weaver calculée à partir des BUE.

La détermination des régimes alimentaires a été effectuée sur une base spécifique plutôt qu'individuelle. Les divers items ont pu être classés selon leur appartenance à l'un ou l'autre des groupes suivants: zoobenthos, zooplancton, poisson et macrophyte. Par la suite, pour chaque espèce de chaque site, un bilan des items retrouvés était effectué, ce qui a permis de situer les espèces dans les catégories suivantes: piscivore, benthivore, planctivore et omnivore.

Les déterminations d'âge ont été effectuées pour deux espèces relativement abondantes, soit le poulamon atlantique et l'éperlan arc-en-ciel. Les nombres d'échantillons pour les différentes classes de longueur ont été déterminés selon la méthode de Lévi et Mortera (1981). Des clés âge-longueur (annexe 1) ont été calculées pour ces deux espèces en combinant les spécimens des quatre sites d'échantillonnage. On assume ici que la variabilité intra-site des relations âge-longueur est plus forte que la variabilité inter-site.

Les taux de parasitisme et le nombre d'anomalies morphologiques sont exprimés pour l'ensemble des poissons examinés à chaque site.

Enfin, une base informatisée relationnelle regroupe toutes les données recueillies dans le cadre de cette étude. Elle est disponible à la Division de l'habitat du poisson du ministère des Pêches et des Océans, Région de Québec.

RÉSULTATS

CARACTÉRISTIQUES DE L'HABITAT

L'estuaire du fleuve Saint-Laurent est un milieu dynamique où le niveau de l'eau peut fluctuer de cinq mètres durant un cycle de marée et où les courants littoraux sont fort variables. Aux

sites de Saint-Joachim et de Montmagny, le littoral est caractérisé par un substrat vaseux et la présence de vastes marais à scirpe. À Cacouna et à Saint-Joseph-de-la-Rive, le littoral est sablo-vaseux avec présence de blocs rocheux et de macroalgues caractéristiques des substrats durs (fucacées, algues filamenteuses, laminaires).

Le tableau 1 fait état de la physio-chimie de l'eau à marée basse aux quatre sites d'échantillonnage. Il met en relief les principales différences existant entre les sites en amont et ceux en aval. Ces derniers affichaient des eaux plus froides, plus salées et moins turbides que celles des sites en amont. La variabilité intra-site est généralement faible.

CARACTÉRISTIQUES DES PRISES

Au total, le verveux, la seine et le filet maillant ont capturé respectivement 19 709, 3 575 et 892 poissons, appartenant à 27 espèces. Le tableau 2 présente la liste des espèces capturées à chacun des sites d'échantillonnage. La figure 2 fait état des prises effectuées par site et par tournée, exprimées en nombre d'espèces, en PUE et en BUE. Il s'en dégage que les sites en amont ont fourni, aux deux tournées, plus d'espèces, plus de prises et une biomasse totale supérieure aux sites en aval. La composition spécifique des captures varie d'un site à l'autre, mais la présence d'espèces typiques des eaux douces aux sites en amont constitue une distinction notable par rapport aux sites en aval.

Diagrammes rang-fréquence

Les diagrammes rang-fréquence, calculés sur la base des PUE (figures 3 et 4), montrent que, numériquement, le poulamon atlantique dominait les captures aux stations de Saint-Joachim, de Montmagny et de Saint-Joseph-de-la-Rive, à chaque tournée d'échantillonnage. À Cacouna, l'alose savoureuse a dominé les prises de la première tournée, et le poulamon atlantique celles de la seconde.

L'abondance de l'alose savoureuse dans les captures varie d'un site à l'autre et d'une tournée d'échantillonnage à l'autre. Absente des prises de Saint-Joseph-de-la-Rive, elle présente des nombres élevés et comparables aux trois autres sites, lors de la première tournée, alors qu'à la seconde, les effectifs sont faibles à nuls partout.

L'éperlan arc-en-ciel occupe toujours l'un des trois premiers rangs, sauf à Montmagny, où les effectifs étaient faibles.

Les communautés ichtyennes de Saint-Joachim et de Montmagny sont comparables au plan spécifique. Toutefois l'importance relative des captures pour chaques espèce demeure très variable d'un site à l'autre et d'une tournée à l'autre.

Les diagrammes rang-fréquence basés sur les BUE (figures 5 et 6) montrent que pour les deux sites en amont, le meunier rouge dominait largement, et ce, pour les deux tournées. Aux sites en aval, le poulamon atlantique présentait les biomasses les plus élevées à Saint-Joseph-de-la-Rive, alors qu'à Cacouna, l'éperlan était dominant lors de la première tournée et le poulamon atlantique lors de la seconde.

Indices de diversité spécifique

Les valeurs que prennent les indices de Shannon-Weaver et de "Well Being" apparaissent au tableau 3. Ce dernier indice est très similaire pour les deux sites en amont, quelle que soit la tournée, et est plus élevé que celui calculé pour les sites en aval. Le H'b affiche la même tendance. Aucune tendance ne se dégage de l'indice H'n.

Spectres de biomasse

La figure 7 illustre pour les quatre sites d'échantillonnage les BUE totales par classes de poids. Il s'en dégage qu'à chaque site, les communautés étaient dominées par des individus dont le poids est compris entre 10 à 50 grammes. Les sites en amont ont fourni plus d'individus de poids élevé que les sites en aval et les spectres de biomasse révèlent une distribution bimodale.

Groupes trophiques

Les analyses de contenus stomacaux ont permis de classifier les espèces comme suit:

Planctivores : poulamon atlantique 0^+
alose savoureuse
alose à gésier
éperlan arc-en-ciel

Piscivores : poulamon atlantique adulte
doré jaune
bar-perche
achigan à petite bouche
lotte

Benthivores : grand corégone
plie rouge
plie lisse

Tableau 1. Valeurs moyennes* des paramètres physico-chimiques de l'eau mesurés aux quatre sites d'échantillonnage de l'estuaire moyen du Saint-Laurent à marée basse.

Sites d'échantillonnage		Température de l'eau (° C)	Salinité (0/00)	Transparence (m)	pH	Oxygène dissous (mg/L)	Turbidité (UTN)	Couleur (Pt Co)
AMONT								
Saint-Joachim	1**	19,3 ± 0,6	0,3 ± 0,6	0,3 ± 0,0	8,1 ± 0,2	8,6 ± 0,5	42 ± 6	15 ± 0
	2	15,3 ± 1,2	0,7 ± 0,6	0,3 ± 0,0	8,2 ± 0,2	8,4 ± 0,6	–	–
Montmagny	1	20,3 ± 0,6	0,0 ± 0,0	0,9 ± 0,6	8,5 ± 0,1	9,1 ± 0,1	34 ± 48	15 ± 0
	2	9,0 ± 1,0	0,0 ± 0,0	0,7 ± 0,2	8,4 ± 0,2	10,5 ± 0,5	–	–
AVAL								
Saint-Joseph-de-la-Rive	1	11,8 ± 0,8	16,5 ± 1,5	1,4 ± 0,0	7,9 ± 0,0	7,5 ± 0,3	4 ± 3	–
	2	8,0 ± 0,0	19,3 ± 0,6	1,3 ± 0,2	8,1 ± 0,1	8,4 ± 0,4	–	–
Cacouna	1	13,2 ± 0,3	22,5 ± 1,5	1,0 ± 0,4	8,0 ± 0,1	8,9 ± 0,7	11 ± 11	10 ± 0
	2	6,5 ± 0,5	24,7 ± 0,6	0,3	8,2 ± 0,2	9,6 ± 1,3	–	–

* Valeur moyenne des trois stations d'échantillonnage ± 1 écart type

** 1: Première tournée, 2: deuxième tournée

Tableau 2. Liste des espèces de poissons capturés à chaque site d'échantillonnage de l'estuaire moyen du Saint-Laurent (2 tournées cumulées).

Code	Nom français	Nom latin	Amont		Aval	
			Saint-Joachim	Montmagny	Saint-Joseph-de-la-Rive	Cacouna
Espèces d'eau douce						
CACA	Meunier rouge	*Catostomus catostomus*	X	X		
CACO	Meunier noir	*Catostomus commersoni*	X	X		
CYCA	Carpe	*Cyprinus carpio*	X	X		
DOCE	Alose à gésier	*Dorosoma cepedianum*	X	X		
FUDI	Fondule barré	*Fundulus diaphanus*	X	X		
ICPU	Barbue de rivière	*Ictalurus punctatus*	X	X		
ICUN	Lamproie argentée	*Ichthyomyzon unicuspis*	X			
LOLO	Lotte	*Lota lota*		X		
MIDO	Achigan à petite bouche	*Micropterus dolomieui*		X		
STVI	Doré jaune	*Stizostedion vitreum*	X	X		
Espèces anadromes ou euryhalines						
COCL	Grand corégone	*Coregonus clupeaformis*		X	X	
GAAC	Epinoche à 3 épines	*Gasterosteus aculeatus*	X	X	X	X
MITO	Poulamon atlantique	*Microgadus tomcod*	X	X	X	X
MOAM	Bar-perche	*Morone americana*	X	X		
OSMO	Eperlan arc-en-ciel	*Osmerus mordax*	X	X	X	X
PUPU	Epinoche à 9 épines	*Pungitius pungitius*	X			
ACOX	Esturgeon noir	*Acipenser oxyrhynchus*		X		
ALSA	Alose savoureuse	*Alosa sapidissima*	X	X		X
LIPU	Plie lisse	*Liopsetta putnami*	X		X	X
PSAM	Plie rouge	*Pseudopleuronectes americanus*	X		X	X
Espèce catadrome						
ANRO	Anguille d'Amérique	*Anguilla rostrata*	X			
Espèces marines						
CLHA	Hareng atlantique	*Clupea harengus*				X
GAMO	Morue atlantique	*Gadus morhua*			X	
LIAT	Limace atlantique	*Liparis atlanticus*			X	X
MYAE	Chaboisseau bronzé	*Myoxocephalus aeneus*			X	X
MYSC	Chaboisseau à épines courtes	*Myoxocephalus scorpius*				X
PHGU	Sigouine de roche	*Pholis gunnellus*			X	
TOTAL			17	16	10	10

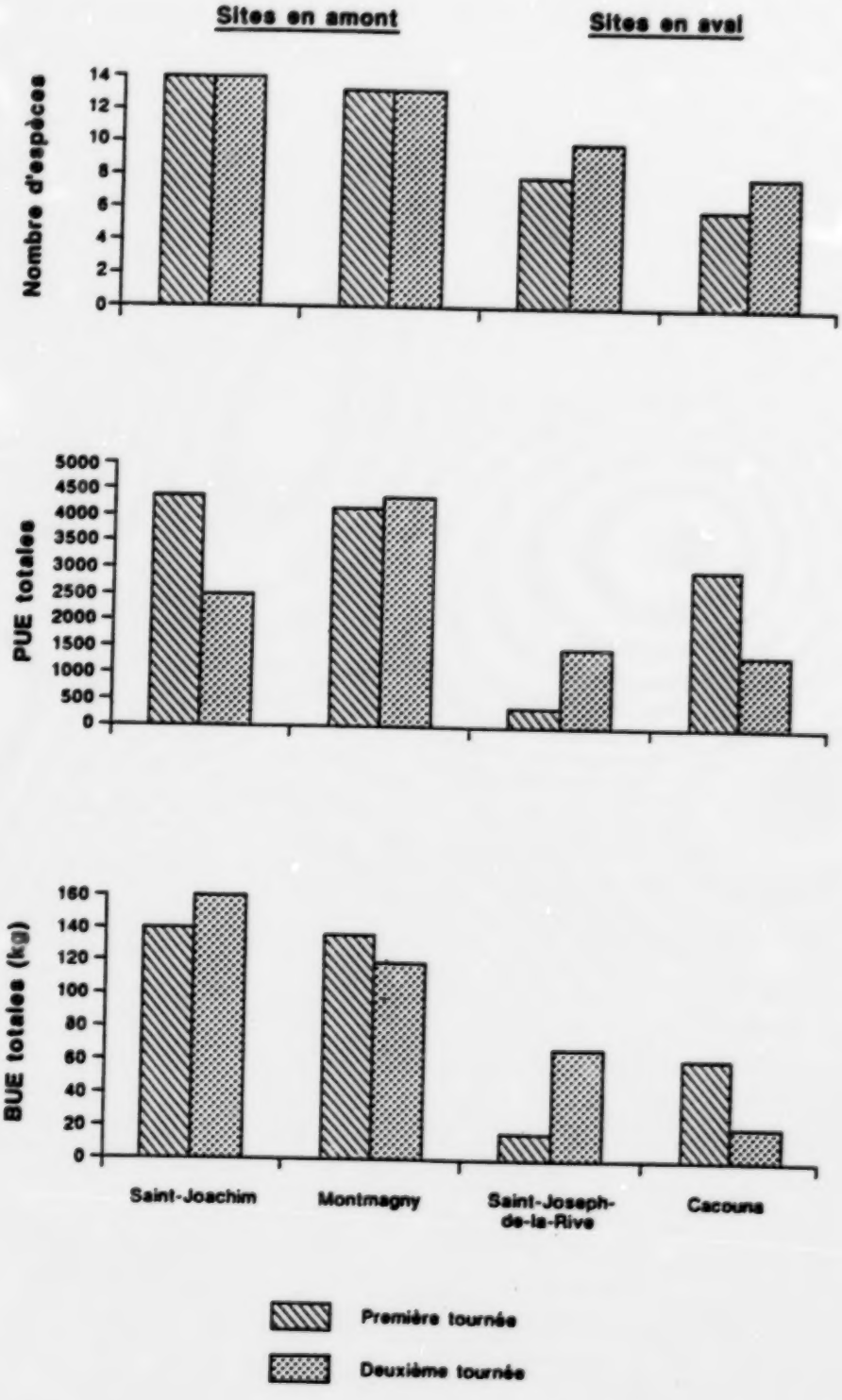


FIGURE 2. Résultat des pêches expérimentales effectuées aux quatre sites d'échantillonnage de l'estuaire moyen du Saint-Laurent.

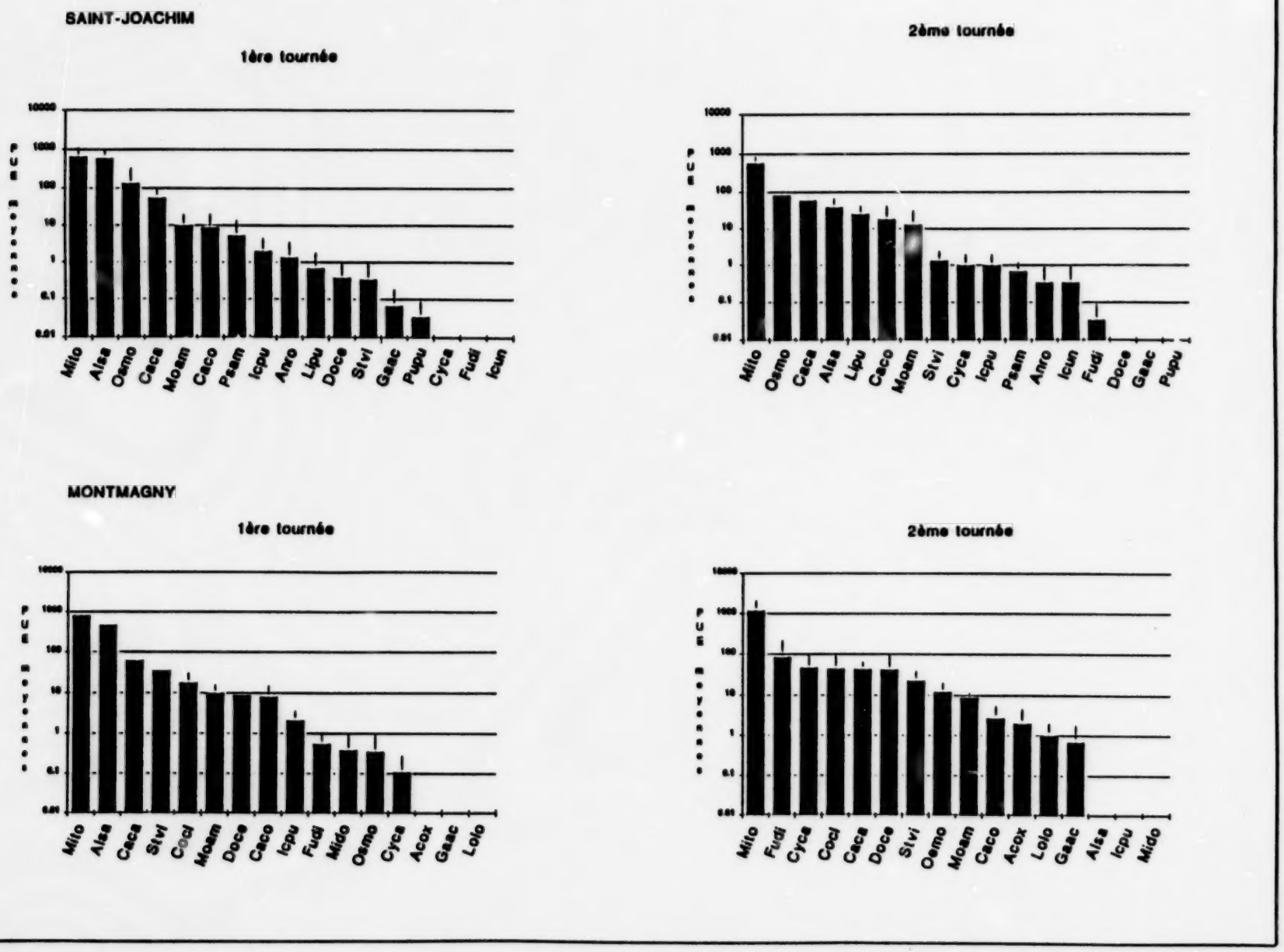
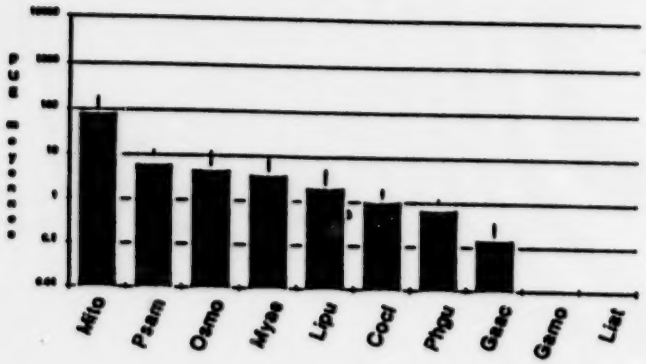


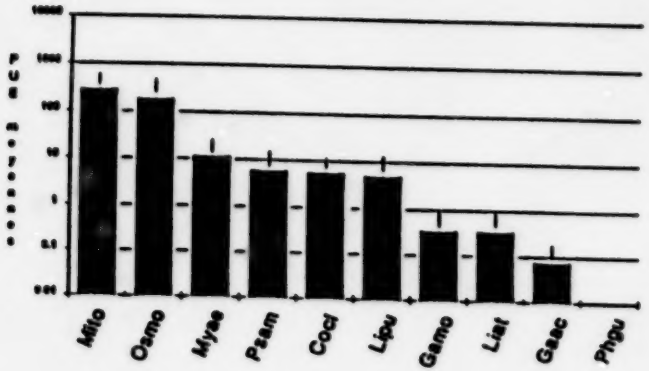
FIGURE 3. Diagrammes rang-fréquence basés sur les PUE moyennes (± l'écart type) des sites en amont.

SAINT-JOSEPH DE LA RIVE

1ère tournée

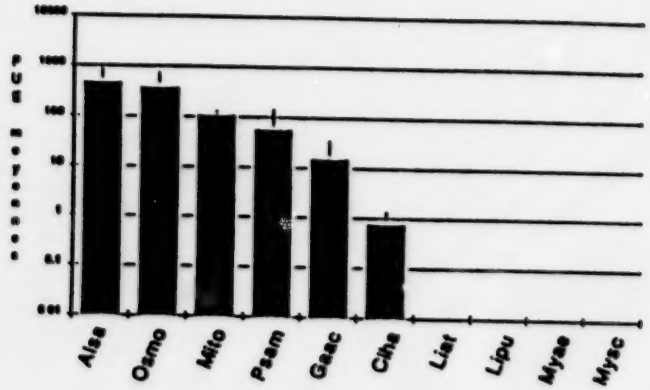


2ème tournée



CACOUNA

1ère tournée



2ème tournée

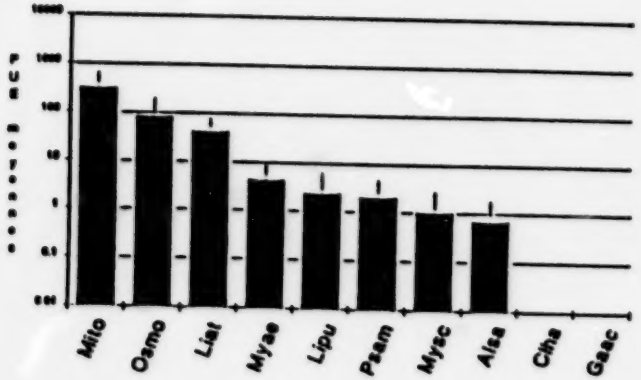


FIGURE 4. Diagrammes rang-fréquence basés sur les PUE moyennes (± l'écart type) des sites en aval.

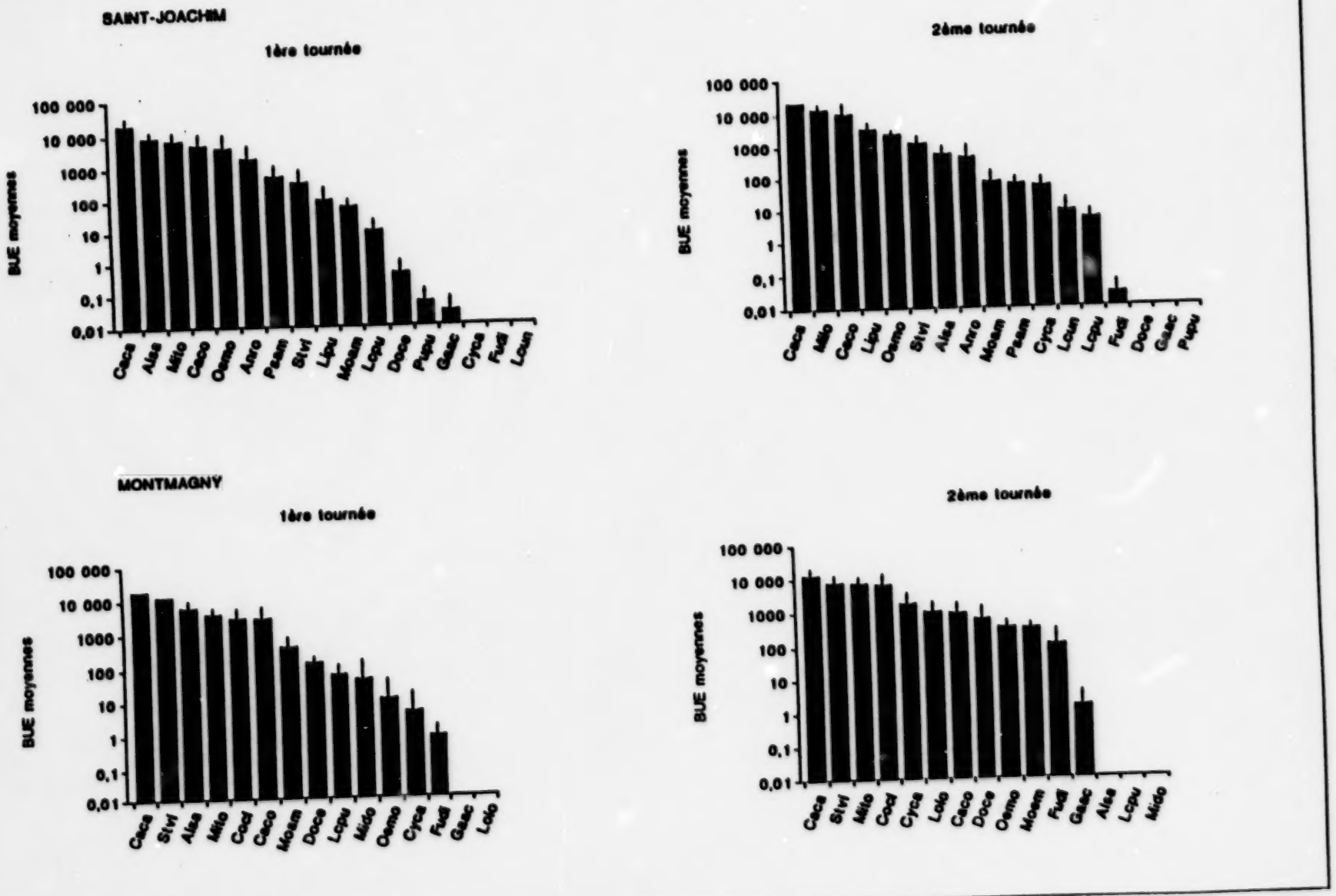
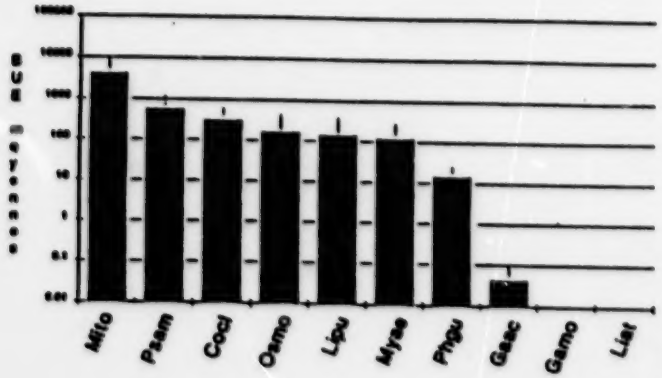


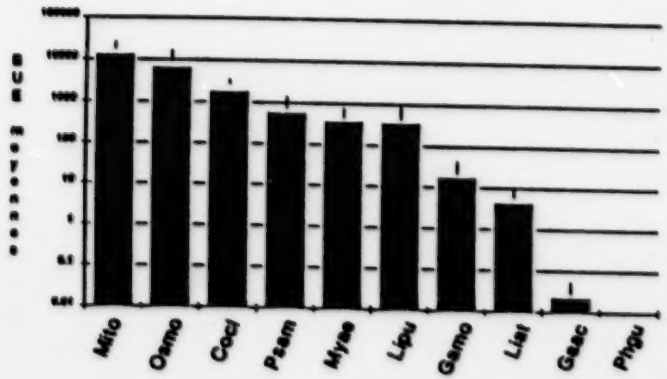
FIGURE 5. Diagrammes rang-fréquence basés sur les BUE moyennes (± l'écart type) des sites en amont.

SAINT-JOSEPH DE LA RIVE

1ère tournée

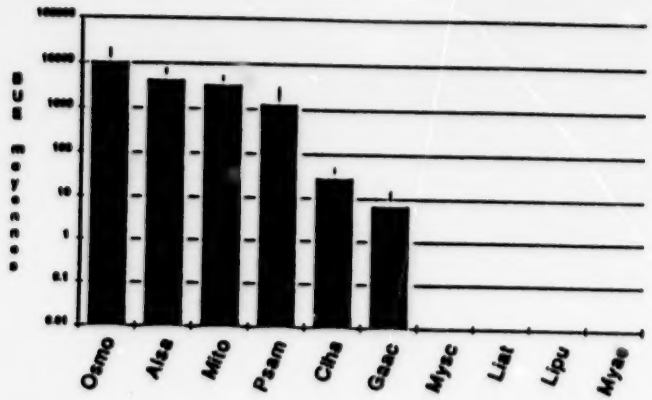


2ème tournée



CACOUNA

1ère tournée



2ème tournée

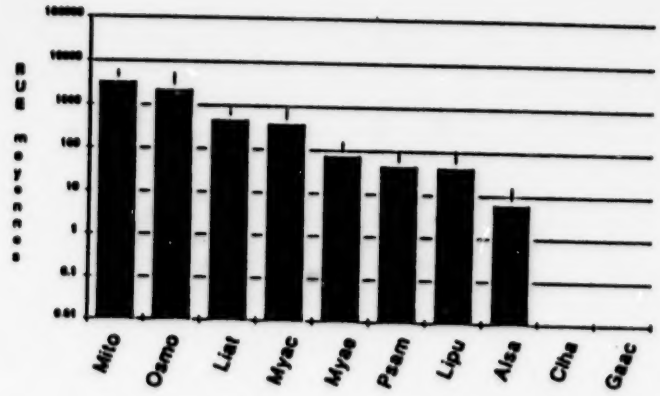


FIGURE 6. Diagrammes rang-fréquence basés sur les BUE moyennes (± l'écart type) des sites en aval.

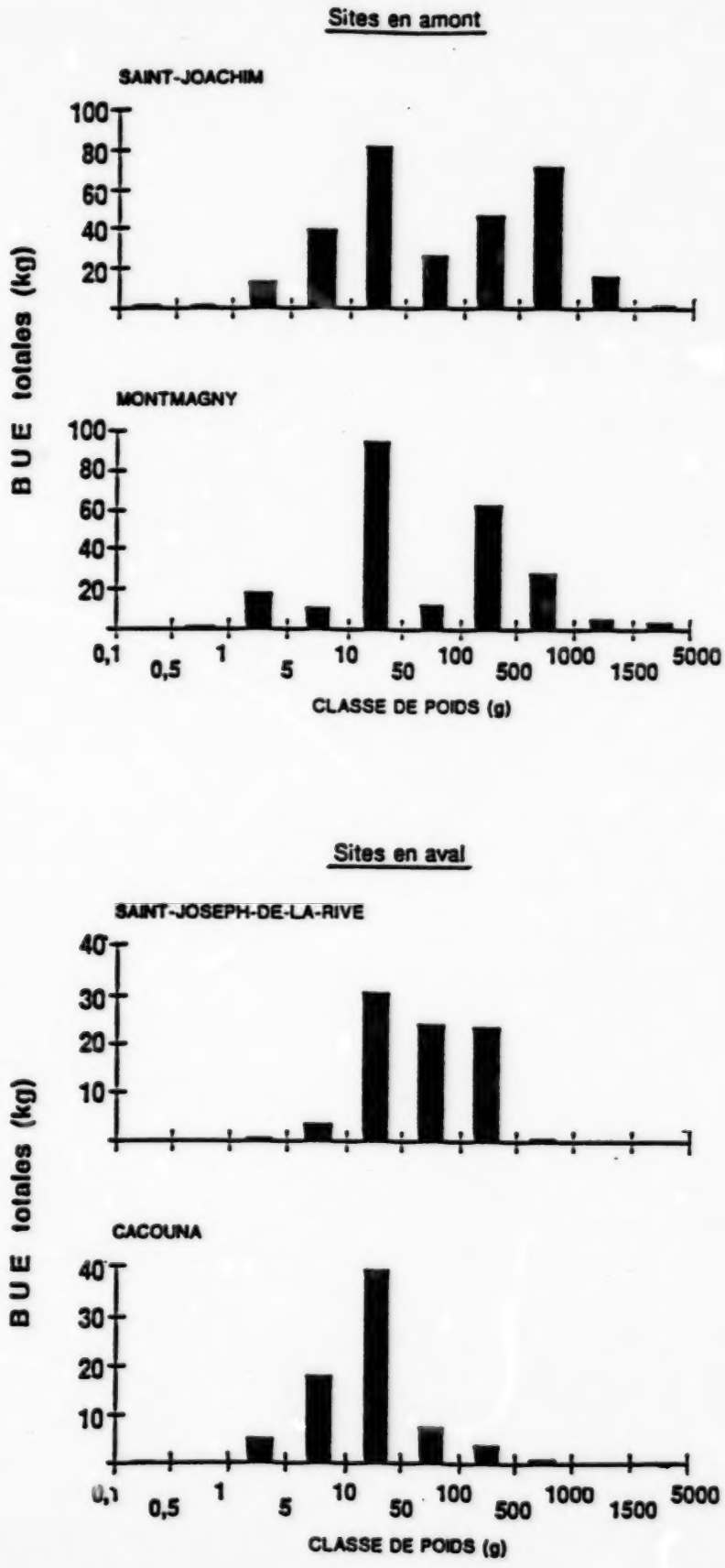


FIGURE 7. Spectres de biomasse des poissons (deux tournées cumulées).

Omnivores : meunier rouge
meunier noir
carpe

Autres : esturgeon noir
lamproie

Bien que le poulamon adulte ait été inclus parmi les piscivores, il faut préciser qu'une proportion équivalente de petits poissons et de crevettes (*Crangon* sp.) ont été trouvés dans les contenus stomacaux des spécimens provenant des sites en aval. À Saint-Joachim et à Montmagny, les estomacs des poulamons atlantiques adultes contenaient essentiellement des poissons, surtout des jeunes (0^+) de la même espèce.

L'éperlan arc-en-ciel est classé comme planctivore, la grande majorité des estomacs examinés contenaient des crustacés zooplanctoniques. Quelques individus avaient par ailleurs ingérés des bars-perches (0^+) et des jeunes poulamons (0^+).

La figure 8 illustre l'importance relative des divers groupes trophiques à chacun des sites sur la base des PUE et des BUE moyennes. Numériquement, les planctivores dominaient les communautés de Cacouna, de Saint-Joachim et de Montmagny, puisqu'ils représentaient plus de 70 % des captures. Les prises de Saint-Joseph-de-la-Rive étaient dominées par les poulamons adultes. Le groupe des omnivores était absent des deux sites en aval.

Exprimée sur la base des BUE moyennes, l'importance relative des divers groupes trophiques est toute autre. Les planctivores, dominants numériquement, se retrouvent en rang inférieur puisqu'ils ne sont représentés que par des individus de faible masse corporelle. Aux sites en amont, les omnivores dominaient, alors qu'à Cacouna c'étaient les planctivores et à Saint-Joseph-de-la-Rive, les poulamons atlantiques adultes.

Parasitisme et anomalies morphologiques

Environ 4 600 poissons de toutes espèces ont été examinés afin d'évaluer les taux de parasitisme et d'anomalies morphologiques. Les résultats sont présentés au tableau 4. Aucune tumeur n'a été observée.

Dans l'ensemble, les anomalies morphologiques étaient très rares. Les cas observés incluent une difformité de la colonne vertébrale chez le poulamon atlantique, une difformité de la nageoire pectorale chez le meunier rouge et une plaie associée à un élastique autour du museau d'un esturgeon noir.

Tableau 3. Indices de diversité spécifique de Shannon-Weaver et de "Well Being" pour chaque site et pour chacune des tournées d'échantillonnage.

Sites de l'estuaire moyen	Tournée	H'n*	H'b	IWB
Amont				
Saint-Joachim	1	1,18	1,60	9,41
	2	1,09	1,53	9,06
Montmagny	1	1,08	1,59	9,29
	2	0,92	1,77	9,29
Aval				
Saint-Joseph-de-la-Rive	1	0,78	0,88	5,92
	2	0,93	1,11	7,79
Cacouna	1	1,19	1,16	8,38
	2	0,89	1,19	7,17

* H'n = indice de Shanon-Weaver calculé à partir des PUE
H'b = indice de Shanon-Weaver calculé à partir des BUE
IWB = indice de "Well Being"

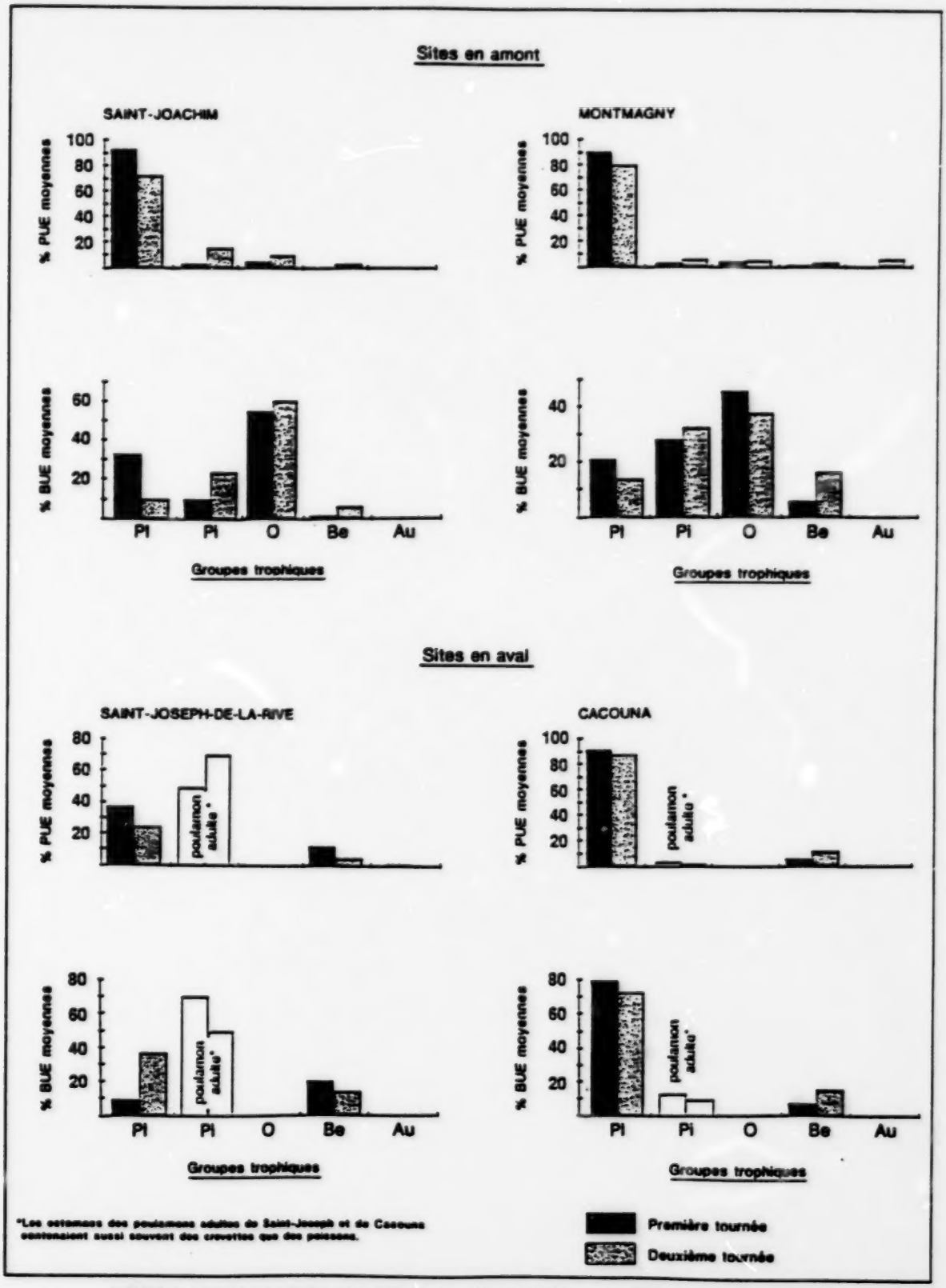


FIGURE 8. Importance relative des groupes trophiques basée sur les PUE et les BUE moyennes (planctivores (Pl), piscivores (Pi), omnivores (O), benthivores (Be) et autres (Au).

Tableau 4. Taux de parasitisme et nombre d'anomalies morphologiques

Sites de l'estuaire moyen	Nombre de poissons examinés	Taux de parasitisme (%)	Écart type	Nombre d'anomalies
Amont				
Saint-Joachim	1 274	10,9 c*	18,5	4
Montmagny	1 689	8,7 b	11,8	4
Aval				
Saint-Joseph-de-la-Rive	574	3,6 a	5,2	1
Cacouna	1 079	2,6 a	7,8	0

* Les lettres distinguent les groupes qui diffèrent significativement (Chi-2 alpha < 0,05).

Le parasitisme était un phénomène assez répandu. Aux sites en aval, environ 3 % des individus examinés étaient parasités; en amont, les taux de parasitisme étaient significativement plus élevés, soit 10,9 % à Saint-Joachim et 8,7 % à Montmagny.

Le parasite le plus commun du poulamon atlantique était une sangsue qui se fixe surtout sur les nageoires pectorales. Le tableau 5 présente le taux d'apparition de ce parasite aux quatre sites d'échantillonnage.

Tableau 5. Évaluation du parasitisme du poulamon atlantique par les sangsues et de l'éperlan arc-en-ciel par les cestodes aux quatres sites d'étude de l'estuaire moyen

Sites	Poissons examinés	Taux de parasitisme (%)	Écart type	Nombre moyen par poisson	Écart type
		Poulamon atlantique			
Amont					
Saint-Joachim	603	12,1 c*	13,8	2,46 a	0,3
Montmagny	495	7,8 b	9,1	2,34 a	1,3
Aval					
Saint-Joseph-de-la-Rive	378	0,0 a	-	-	-
Cacouna	371	0,8 a	2,0	2,0	-
		Éperlan-arc-en-ciel			
Amont					
Saint-Joachim	216	24,5 b	14,4	3,6 b	1,0
Montmagny	32	28,1 b	24,1	6,1 b	2,1
Aval					
Saint-Joseph-de-la-Rive	69	27,9 b	17,5	2,2 a	0,4
Cacouana	253	7,0 a	16,4	1,5 a	0,4

* Les lettres distinguent les groupes qui diffèrent significativement (alpha < 0,05)
Taux de parasitisme: test du Chi-2; nombre de cestodes: test des médianes.

Il s'en dégage que les poulamons atlantiques étaient davantage parasités par les sangsues aux sites en amont, et en particulier à Saint-Joachim.

Chez l'éperlan arc-en-ciel (tableau 5), le principal parasite était la larve d'un cestode (probablement du genre *Diphyllobothrium*), enkystée sur la paroi externe de l'estomac et également sur les autres viscères chez les individus très infestés.

Le taux de parasitisme des éperlans par ce cestode était comparable pour les sites de Saint-Joachim, de Montmagny et de Saint-Joseph-de-la-Rive (entre 24 et 28 %). Toutefois le nombre moyen de cestodes des individus parasités était plus élevé aux deux sites en amont. Le taux de parasitisme était beaucoup plus faible à Cacouna (7 %) mais le nombre moyen de parasites par poisson n'est pas significativement différent de celui de Saint-Joseph-de-la-Rive.

CARACTÉRISTIQUES DES PRINCIPALES ESPÈCES

Poulamon atlantique

À chaque site, les prises étaient largement dominées par les jeunes de l'année (figure 9), dont la taille était comprise entre 50 et 130 mm (figure 10). La proportion des jeunes de l'année était maximale à Montmagny et légèrement moindre à Cacouna et Saint-Joachim. Elle était minimale à Saint-Joseph-de-la-Rive (tableau 6). Les jeunes de l'année étaient nettement plus abondants, en nombre, aux sites en amont qu'aux sites en aval.

L'abondance des adultes était plus forte à Saint-Joachim et à Saint-Joseph-de-la-Rive qu'à Cacouna et à Montmagny (tableau 6). Les données ne révèlent pas de relation entre la distribution des jeunes et celles des adultes.

La plupart des adultes capturés étaient âgés de moins de 3 ans, les classes d'âge 4^+ à 8^+ étant peu représentées. La classe d'âge 1^+ est généralement moins abondante que la classe d'âge 2^+. Ce patron peut être le résultat d'un faible recrutement durant l'année 1988. Mailhot *et al.* (1988) rapportent que les géniteurs étaient relativement très peu abondants dans la rivière Sainte-Anne, durant l'hiver 1987-1988. Cette rivière est considérée comme la principale aire de fraie du poulamon de l'estuaire du Saint-Laurent. Il est donc vraisemblable que les structures d'âge des poulamons de l'estuaire reflètent le succès de reproduction en rivière.

La longueur moyenne des poulamons 0^+ est, à chaque tournée, significativement plus élevée aux sites en aval (figure 11). Il y a eu croissance significative des individus 0^+ entre les deux tournées d'échantillonnage, en amont comme en aval.

Tableau 6. Prises par unité d'effort (PUE) des poulamons 0^+ et adultes aux quatre sites d'échantillonnage

Sites de l'estuaire moyen	Poulamons 0^+ PUE	Poulamons 0^+ %	Poulamons adultes PUE	Poulamons adultes %
Amont				
Saint-Joachim	2 973	87,0 c*	452	13,0
Montmagny	5 623	99,0 a	68	1,0
Aval				
Saint-Joseph-de-la-Rive	629	57,0 d	478	43,0
Cacouna	1 153	90,0 b	125	10,0

* Les lettres distinguent les groupes qui diffèrent significativement (Test G, alpha = 5 %).

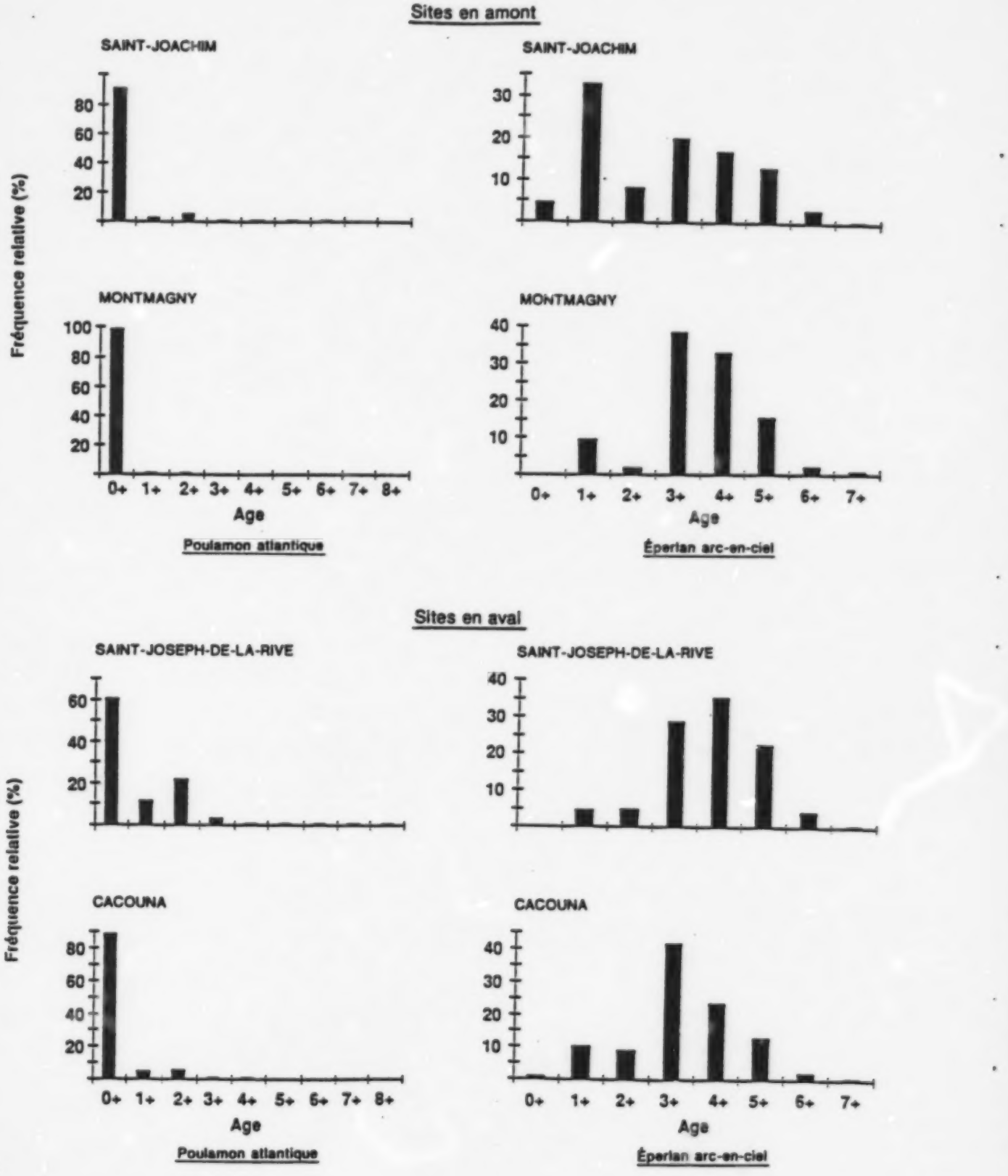


FIGURE 9. Structures d'âge des poulamons atlantiques et des éperlans arc-en-ciel (deux tournées cumulées)

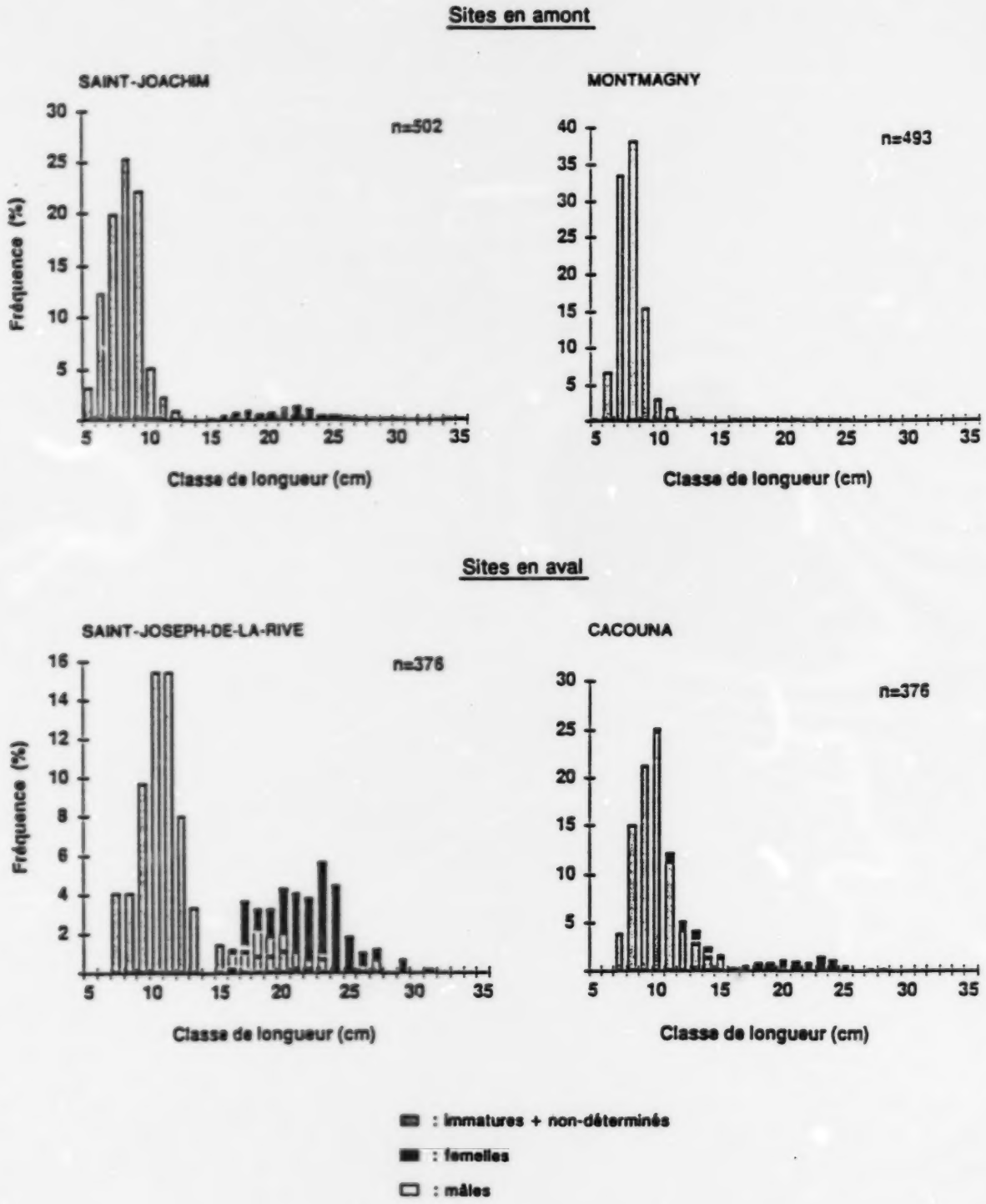


FIGURE 10. Distribution des longueurs totales des poulamons atlantiques (deux tournées cumulées).

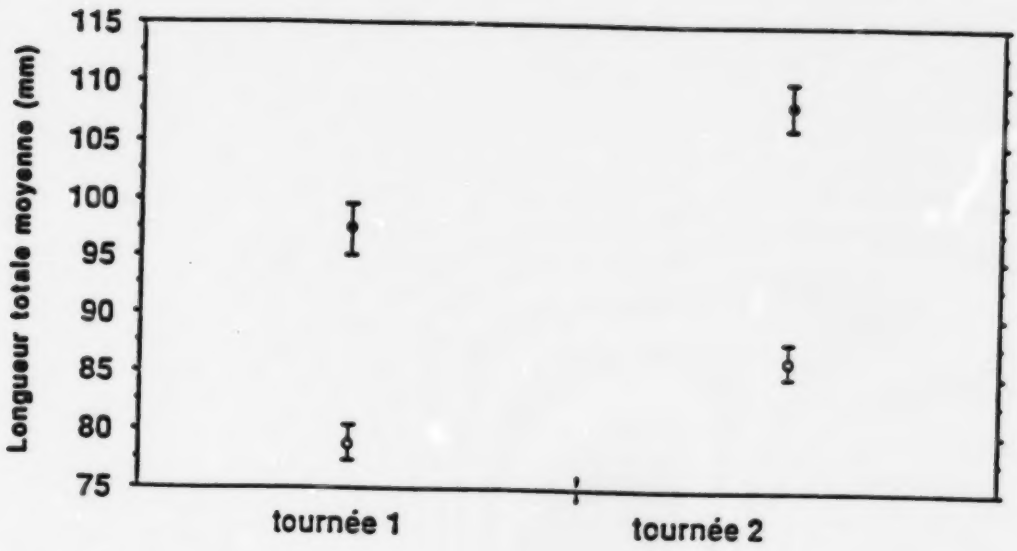


FIGURE 11. Taille moyenne des poulamons 0^+ aux sites en amont (○) et en aval (●) (intervalles de confiance à 99%).

Éperlan arc-en-ciel

Très peu d'éperlans 0^+ ont été capturés entre autres parce que le vide de maille du verveux ne permet pas de les retenir; tous les individus ont été capturés à la seine. Il ne faut donc pas tenir compte de leur abondance relative. La valeur présentée (figures 9 et 12) pour les autres classes d'âge est toutefois considérée comme représentative des populations échantillonnées.

Les structures d'âge montrent davantage d'individus âgés que dans le cas du poulamon. Aux quatre sites, les spécimens d'âge 2^+ sont peu représentés comparativement à ceux d'âge 3^+. Ceci peut résulter d'un patron de distribution différentielle par lequel les jeunes éperlans utiliseraient moins la zone littorale que les plus vieux.

Alose savoureuse

La faible étendue des distributions des longueurs et leur quasi-normalité indiquent que probablement une seule cohorte a été échantillonnée (figure 12). Les individus dont les gonades ont été examinées (n = 421) étaient tous immatures. Aux périodes échantillonnées, les spécimens des autres classes d'âge étaient soit à l'extérieur de la zone d'étude, ou encore, ils n'utilisaient pas la zone littorale.

Rappelons qu'aucune alose savoureuse n'a été capturée à Saint-Joseph-de-la-Rive. Les prises effectuées aux trois autres sites, lors de la première tournée, sont élevées et comparables. Elles étaient peu nombreuses à ces mêmes trois sites, lors de la deuxième tournée.

DISCUSSION

COMMUNAUTÉS ICHTYENNES

Les pêches expérimentales réalisées dans le cadre de cette étude, ont permis de capturer 27 espèces de poissons appartenant à 18 familles. Les sites en amont ont fourni plus d'espèces (17 et 16 à Saint-Joachim et Montmagny) que ceux en aval (10 aux deux sites).

Seules trois espèces étaient présentes à tous les sites: le poulamon atlantique, l'éperlan arc-en-ciel et l'épinoche à trois épines. Les deux pre-

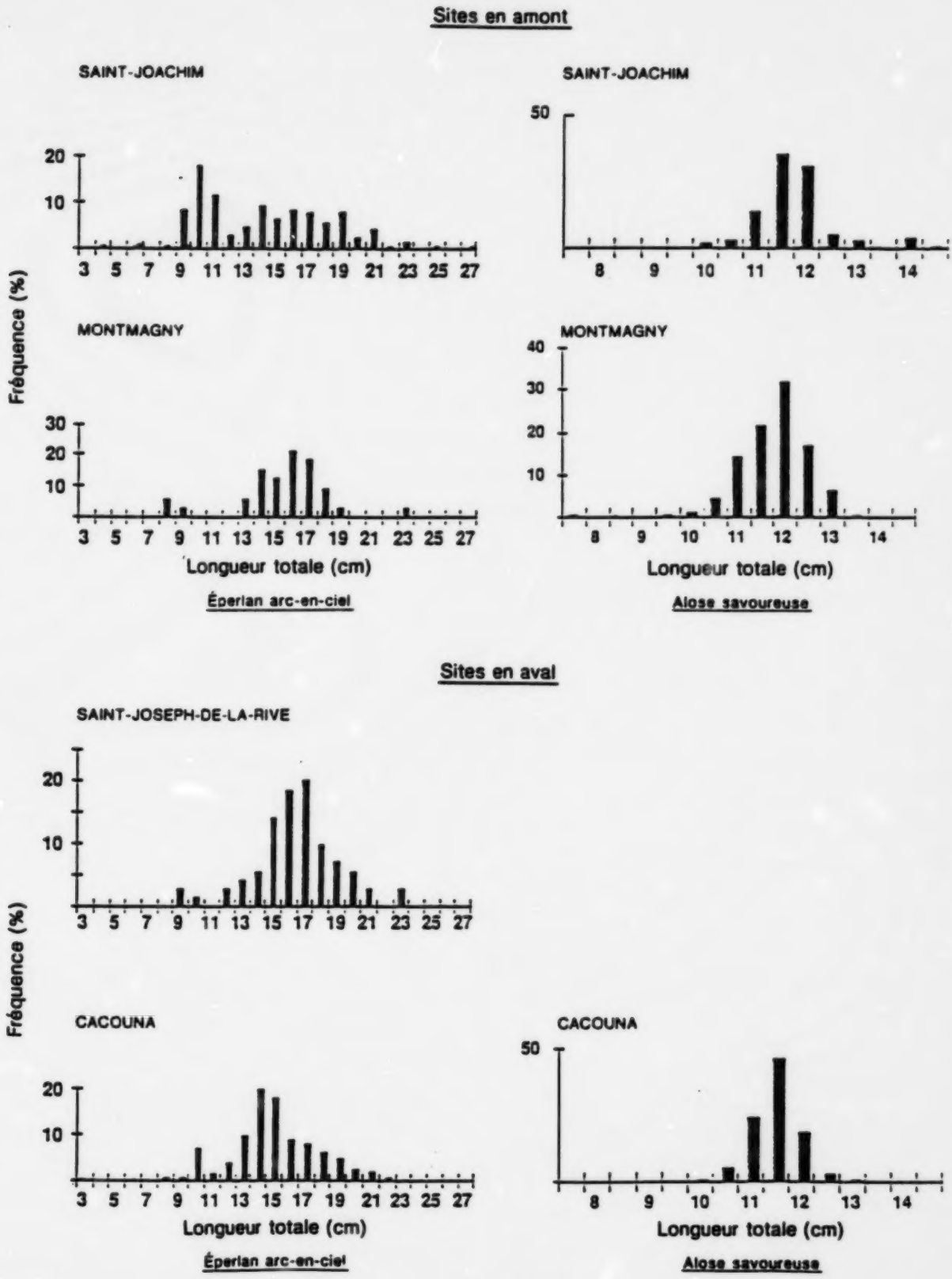


FIGURE 12. Distribution des longueurs totales des éperlans arc-en-ciel et des aloses savoureuses (deux tournées cumulées).

mières domineraient les communautés ichtyoplanctoniques de l'estuaire (Able 1978, Fortier et Leggett 1983, Laprise et Dodson 1989a).

Parmi les espèces capturées, 10 sont typiquement d'eau douce, 6 sont marines, 10 sont anadromes ou euryhalines et 1 est catadrome (tableau 2).

Les sites en amont ont fourni de façon régulière plus de poissons, en nombre et en masse, que les sites en aval. Les marais à scirpe, qui colonisent ces sites pourraient expliquer cette différence. L'importance des marais pour la faune ichtyenne a déjà été rapportée, comme par exemple, les marais à spartine (Shenker et Dean, 1979; Dutil et Fortin, 1983) et les herbiers de zostère (Adams, 1976).

Les sites de Saint-Joachim et de Montmagny sont situés dans une zone de mélange d'eaux douces et d'eaux saumâtres, à laquelle est associée une productivité zooplanctonique élevée. Bousfield *et al.* (1975) rapportent de hauts niveaux de production zooplanctonique pour l'estuaire moyen du Saint-Laurent. Cette étude a permis de constater que 90 % des poissons capturés à ces deux sites d'échantillonnage sont planctivores et dépendent donc de la production zooplanctonique. De même, l'abondance des poulamons 0^+ (planctivores) à ces deux sites est remarquable. Selon Laprise et Dodson (1989b), après éclosion dans leur rivière d'origine, les jeunes poulamons dérivent jusque dans l'estuaire moyen, très riche en proies, où ils séjournent plusieurs semaines. Ils seraient surtout répartis entre l'Île d'Orléans et l'Île aux Coudres, pour se concentrer autour du front saumâtre (entre 0,5 et 5,0 ‰).

La diversité spécifique H'n est toujours inférieure à 1,2, valeur relativement faible, et peu variable d'un site à l'autre. Ces résultats traduisent la présence dans les captures de quelques espèces, numériquement très abondantes et celle de plusieurs espèces peu abondantes. Ils sont typiques des estuaires nordiques où les conditions abiotiques sont rigoureuses.

Il n'existe pas de lien entre l'indice H'n et le nombre d'espèces à un site donné. De même, aucune tendance ne se dégage des comparaisons inter-site ou inter-tournée de cet indice, alors que le nombre d'espèces capturées est systématiquement supérieur aux sites en amont. Quant à l'indice H'b, il serait plus approprié que H'n lorsque les communautés sont composées d'individus dont la taille varie beaucoup (Legendre et Legendre 1984). Les données de biomasse sont d'ailleurs plus facilement associables aux aspects énergétiques des communautés que ne le sont les données d'abondance numérique (Adams 1976).

L'indice de biomasse a fourni des valeurs plus élevées pour les sites en amont, où plusieurs espèces affichaient de fortes biomasses.

Les indices H'n et H'b ont été calculés parce qu'ils fournissent une idée du niveau de diversité spécifique et qu'ils sont nécessaires au calcul de l'IWB. Leur interprétation demande toutefois une certaine prudence. Certains auteurs, dont Green (1979), soutiennent que ces indices sont ambigus parce qu'ils intègrent deux variables indépendantes, soit le nombre d'espèces et leur abondance respective. Ainsi, deux communautés de composition différente peuvent avoir des H'n de même valeur. C'est le cas, par exemple, de Saint-Joachim (1re tournée H'n = 1,18) et de Cacouna (1re tournée H'n = 1,19) et de Montmagny (2e tournée H'n = 0,92) et Saint-Joseph-de-la-Rive (2e tournée H'n = 0,93).

L'indice IWB est normalement utilisé pour évaluer l'intégrité biotique d'un site. Toutefois, l'utilisation de cet indice est inadéquat pour comparer l'intégrité biotique des sites en amont de celle des sites en aval. Ces derniers ont fourni moins de captures mais ceci n'est probablement pas relié à leur intégrité biotique, mais bien à l'influence combinée de plusieurs facteurs naturels dont la salinité des eaux, l'absence de marais, un substrat différent, des marées de moins fortes amplitudes etc.

L'IWB cote la qualité d'un site en fonction de la diversité et de l'abondance des poissons. Il ne peut par conséquent être utilisé que si les perturbations du milieu affectent ces paramètres. Il est par ailleurs probablement insensible aux autres types de perturbation, notamment ceux d'ordre sous-létal. On doit finalement noter que l'IWB ne peut être utilisé pour comparer des études utilisant des méthodes de pêche différentes, puisque cet indice est proportionnel à l'effort de pêche.

Les spectres de biomasse des communautés de Saint-Joachim et de Montmagny sont bi- ou trimodaux, contrairement à ceux des sites en aval. Le premier pic (classe 10 à 50 g) est présent aux quatre sites et est associé aux poulamons 0^+, aux aloses et aux éperlans. À Saint-Joachim, c'est à la classe 500-1 000 g qu'est associé le second pic, et à Montmagny, à la classe 100 à 500 g.

Il s'agit là de gros individus (meuniers rouges et noirs, doré jaune, grand corégone), absents des sites en aval.

Comme les esturgeons noirs capturés à Montmagny n'ont pas été pesés, le spectre de biomasse de ce site n'en tient pas compte. Basée sur la relation longueur-poids de Scott et Scott (1988), leur masse totale est évaluée à 35 kg ce qui apparaîtrait comme un troisième pic important (classe 5-10 kg) sur le spectre de ce site.

Le site de Saint-Joseph-de-la-Rive a fourni relativement peu de petits poissons, dont notamment des poulamons 0^+. La force des courants prévalents (jusqu'à 3 ms^{-1} à marée baissante) pourrait expliquer ces résultats. En revanche, ce site a produit des biomasses élevées de poissons pesant entre 50 et 500 g, surtout des poulamons adultes, des grands corégones et des plies.

À Cacouna, les trois groupes les plus abondants étaient l'alose savoureuse (première tournée), l'éperlan et le poulamon 0^+, tous compris dans la classe de poids 10 - 50 g, laquelle était largement dominante. Il en résulte que les planctivores dominent aussi bien en nombre qu'en poids. Le site de Cacouna a fourni une biomasse élevée d'éperlans, nettement supérieure à celles des autres sites.

Les résultats de cette étude sont difficilement comparables à ceux de Grondin et Nadeau (1986) et de Dutil et Fortin (1983). Les premiers ont échantillonnés les marais à scirpe de la région de Saint-Anne-de-Beaupré, avec des engins de pêche comparables, mais en mai et en juillet. Ils ont capturé neuf espèces à chaque reprise; parmi celles-ci quatre n'ont pas été récoltées dans le cadre de cette étude, soit le gaspareau, l'omble de fontaine, le grand corégone et l'épinoche à quatre épines. À l'inverse, les huit espèces suivantes étaient absentes de leurs captures mais présentes dans les nôtres: l'anguille d'Amérique, la carpe, l'alose à gésier, la barbue de rivière, la lamproie argentée, la plie lisse, la plie rouge et l'épinoche à neuf épines.

Dutil et Fortin (1983) ont échantillonné un marais à spartines de la région de Kamouraska à plusieurs reprises d'avril à octobre. Les communautés de ce site semblent intermédiaires entre ce qu'on présente ici pour l'amont et l'aval. Ils y ont trouvé l'alose à gésier, le fondule barré, l'esturgeon noir et la carpe, le hareng atlantique et quelques autres espèces dont cette étude ne fait pas mention: l'épinoche à quatre épines, la plie canadienne, la saida, la lompe et la truite arc-en-ciel. Leurs pêches n'ont pas mis en évidence la présence d'espèces d'eau douce (dorés, meuniers, etc.), contrairement à celles effectuées dans le cadre de cette étude.

Selon ces auteurs, les épinoches (à trois, quatre et neuf épines) étaient particulièrement abondantes de la fin avril au début de juin et virtuellement absentes de la zone intertidale de la fin juin à la fin octobre. Ces résultats sont comparables à ceux de FitzGerald (1983) pour les marais intertidaux de l'Isle-Verte. Il n'est donc pas surprenant que le présent échantillonnage, effectué en septembre et octobre, ait fourni très peu d'épinoches.

Le parasitisme, toutes espèces considérées, était significativement plus répandu chez les poissons des sites en amont. Il y avait trois fois plus de poissons parasités à l'amont qu'à l'aval. Le taux de parasitisme du poulamon atlantique par les sangsues est 25 fois plus élevé en amont qu'en aval.

Chez l'éperlan arc-en-ciel, le taux de parasitisme par les cestodes est faible à Cacouna, mais élevé et comparable aux trois autres sites. Les poissons affectés portaient toutefois plus de vers aux stations en amont qu'en aval et particulièrement à Saint-Joseph-de-la-Rive. Ces différences dans le taux de parasitisme des poissons des sites en amont et en aval pourraient être reliées à la distribution des parasites eux-mêmes, laquelle serait influencée par la salinité, par exemple. Les travaux de Arthur (1980) et Beverley-Burton (1984) ne permettent pas de circonscrire, dans l'estuaire du Saint-Laurent, les aires de répartition des parasites dont il est question dans cette étude.

Pour l'ensemble des sites, le taux d'anomalies morphologiques est très faible (1,0 %). Selon les critères proposés par Karr *et al.* (1986), un site dont l'intégrité biotique est excellente est caractérisé par un taux d'anomalies (incluant maladies, tumeurs, difformités squelettiques et blessures aux nageoires) inférieur à 2,0 %. Tel serait donc le cas des quatre sites étudiés.

INDICE D'INTÉGRITÉ BIOTIQUE

Karr *et al.* (1986) ont développé un indice qui permet de mesurer l'intégrité biotique de petits cours d'eau du mid-west américain lequel a été adapté pour des petits cours d'eau d'autres régions (Leonard et Orth 1986, Fausch *et al.* 1984). Cet indice est basé sur douze paramètres: nombre d'espèces de poissons, groupes trophiques,

présence de maladies, etc. (tableau 7). Il ne requiert aucune mesure de longueur, de masse corporelle ou de détermination d'âge.

Les taxons-cibles retenus par Karr *et al.* (1986) appartiennent aux familles des Catostomidae (les suceurs), des Centrarchidae (les crapets) et à la sous-famille des Etheostomatinae (les dards). Une espèce de crapet, le crapet vert (*Lepomis cyanellus*), est considérée de façon particulière dans le calcul de l'indice.

Ces taxons ont été retenus à cause de leur vaste distribution, de leur régularité dans l'écosystème visé et de leur sensibilité à certains types de perturbations: eaux peu oxygénées, dénudation des berges, etc.

Cette méthode évaluation de l'intégrité biotique ne peut être appliquée directement à n'importe quel type de milieu. Elle peut toutefois être adaptée, suite à une minutieuse phase de calibration, où le choix des espèces-cibles est déterminant. Son application au système estuarien du Saint-Laurent est peu envisageable, pour les raisons suivantes:

- certaines espèces effectuent des déplacements considérables au cours de leur cycle vital;

- les paramètres 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 11 sont à remplacer pour que l'indice soit applicable à l'estuaire;

- l'IIB ne permettrait pas de comparer des sites ensemble;

- l'IIB est un indice spécialisé, qui a été minutieusement adapté à un type particulier d'écosystème, différent de ceux de l'estuaire du Saint-Laurent;

- les poissons utilisent une grande variété d'habitats. Leurs communautés se structurent de façon différente selon les caractéristiques abiotiques et biotiques de ces habitats. La réaction d'une communauté à un type de perturbation donnée variera selon ces caractéristiques. Il est donc nécessaire que l'indice retenu soit adapté, ou sinon adaptable, aux communautés d'intérêt. Il semble que ce ne soit pas le cas pour l'IIB de Karr *et al.* (1986).

L'utilisation des communautés ichtyennes comme indicateurs de l'intégrité biotique de l'estuaire du Saint-Laurent mérite réflexion. La méthodologie basée sur l'IIB de Karr *et al.* (1986) est inapplicable. Le développement d'indices d'intégrité biotique basés sur des bio-indicateurs nécessite l'identification préalable des types de perturbations que l'on souhaite évaluer. Un bio-indicateur est un paramètre biologique qui réagit d'une façon connue lorsque soumis à un (ou plusieurs) type(s) de perturbation(s) bien établi(s). Pour qu'une composante biologique donnée (ex: espèce, communauté) puisse être utilisée comme bio-indicateur, les conditions suivantes doivent être satisfaites:

- les types de perturbations à évaluer doivent être identifiés;

- la réaction aux perturbations identifiées doit être connue;

- cette réaction doit être univoque, c'est-à-dire qu'elle doit être déclenchée par les perturbations identifiées mais pas par des phénomènes naturels (ou du moins, il doit être possible de faire la part des deux).

L'échantillonnage des communautés ichtyennes intertidales a montré que les trois espèces les plus abondantes étaient le poulamon atlantique, l'éperlan arc-en-ciel et l'alose savoureuse, trois espèces anadromes. L'abondance et la condition de ces populations ne sont donc pas uniquement influencées par les conditions du milieu prévalant aux sites de capture. Il serait alors difficile de mettre en relation la contamination d'un site et celle des poissons. Il faut donc garder à l'esprit que des liens directs entre la qualité d'un site et le(s) bio-indicateur(s) choisi(s) pourraient être établis pour certains types de perturbations, mais pas pour d'autres. La dimension spatiale doit également être prise en considération.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Selon les résultats de cette étude, les habitats intertidaux de l'estuaire du Saint-Laurent sont fréquentés par au moins 27 espèces de poissons, dont plusieurs d'intérêt sportif ou commercial. Bien que la plupart des individus étaient des juvéniles, 23 des 27 espèces capturées ont fourni des adultes, et ces derniers constituaient l'essentiel des ichtyomasses. Numériquement, les communautés ichtyennes des quatre sites échantillonnés sont dominées par deux ou trois espèces, dont le poulamon atlantique et l'éperlan arc-en-ciel. Les différences amont-aval se résument comme suit:

- les communautés ichtyennes des sites en amont sont caractérisées par la présence d'espèces

Tableau 7. Les douze paramètres de l'indice d'intégrité biotique (adapté de Karr et al. 1986).

Catégorie	Paramètres	Cote 5	Cote 3	Cote 1
Richesse et composition spécifiques	1. nombre total d'espèces de poissons	Critères locaux		
	2. nombre et identité des espèces de dards			
	3. nombre et identité des espèces crapets			
	4. nombre et identité des espèces de Catostomidés			
	5. nombre et identité des espèces intolérantes			
	6. Proportion de crapets verts	<5%	5-20%	>20%
Groupe trophique	7. Proportion d'omnivores	<20%	20-45%	>45%
	8. Proportion de cyprinidés insectivores	>45%	45-20%	<20%
	9. Proportion de piscivores	>5%	5-1%	<1%
Abondance et condition des poissons	10. Nombre total d'individus	Critères locaux		
	11. Proportion d'hybrides	0%	>0-1%	>1%
	12. Proportion des individus révélant une tumeur, maladie, blessure aux nageoires ou difformité squelettique	0-2%	2-5%	>5%

d'eau douce et anadromes, alors que celles des sites en aval sont dominées par les espèces anadromes et marines;

- les sites en amont sont fréquentés par plus de poissons, en masse et en nombre, que les sites aval;

- le taux de parasitisme est plus élevé aux sites en amont qu'aux sites en aval;

- les poulamons atlantiques juvéniles étaient plus abondants aux sites en amont qu'aux sites en aval.

Dans le cadre d'un suivi environnemental à long terme, les recommandations suivantes sont formulées:

- une méthode d'évaluation de l'intégrité biotique adaptée aux conditions écologiques de l'estuaire du Saint-Laurent doit être mise au point. Cette méthode devrait d'abord considérer l'utilisation des communautés ichtyennes, étant donné leur potentiel à intégrer les conditions biotiques et abiotiques du milieu;

- la période à laquelle seront effectués les travaux sur le terrain est critique et doit être invariable. Celle de la présente étude peut être utilisée à nouveau, même si elle ne correspond peut-être pas au maximum de fréquentation des littoraux par les poissons. La période définitive devra être déterminée en fonction des bio-indicateurs retenus;

- les tailles des spécimens à utiliser pour les analyses de contaminants et d'effets sous-létaux pourront être établies à partir des structures de longueurs rapportées ici, en relation avec les résultats provenant de ces analyses. Il en va de même pour le choix des espèces à retenir pour les dosages de contaminants et les déterminations d'âge;

- le filet maillant conserve son utilité si des analyses de contenus stomacaux sont requises. Autrement, il pourrait être éliminé. Le verveux est très recommandé, bien qu'idéalement, ses mailles devraient pouvoir retenir les plus petits des poissons juvéniles. L'utilisation de la seine est également recommandée;

- puisque les sites étudiés étaient assez homogènes, il pourrait être suffisant de ne visiter que deux stations plutôt que trois, mais d'y récolter deux échantillons par tournée. Chaque station pourrait être échantillonnée pendant deux jours consécutifs. Il faudrait un jour supplémentaire de travail par site et par tournée, mais il est possible que ce scénario soit plus solide au plan statistique et il faciliterait le travail sur le terrain;

- étant donné la faible profondeur de la colonne d'eau et l'homogénéité verticale des variables physico-chimiques, la mesure de ces variables pourra être limitée à la surface et au fond.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier MM. Eddy Bertrand, Eric Bussières, François Lambert et Daniel Bergeron ainsi que Mme Monique Gagnon, qui ont participé à l'échantillonnage et fourni une aide précieuse à différentes étapes du projet. Mme Marie Giroux a effectué l'ensemble des déterminations d'âge.

RÉFÉRENCES

Able, K.W., 1978. Ichtyoplankton of the St-Lawrence estuary, distribution and abundance. J. Fish. Res. Bd. Can. 35: 1518-1531.

Adams, S.M. 1976. The ecology of eelgrass, *Zostera marina* (L.), fish communities. I. Structural analysis. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 22:269-291.

Arthur, J.R., 1980. Synopsis des parasites des poissons du Canada. Bull. Fish. Res. Bd. Can. 199F, 273 p.

Beverley-Burton, M., 1984. *Monogenea* and *Turbellaria*, p.5-209. In L. Margolis et Z. Kabata, éds. Guide to the parasites of fishes of Canada. Part I. Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 74:209 p.

Bousfield, E.L., G. Filteau, M. O'Neil et P. Gentes, 1975. Population dynamics of zooplankton in the middle St-Lawrence estuary. Estuar. Res. 1:325-351.

Dutil, J.-D. et M. Fortin, 1983. La communauté de poissons d'un marécage intertidal de l'estuaire du Saint-Laurent. Naturaliste can. 110:397-410.

Fausch, K.D., J.R. Karr et P.R. Yant, 1984. Regional application of an index of biotic integrity based on stream fish communities. Trans. AM. Fish. Soc. 113:39-55.

Fitzgerald, G.J., 1983. The reproductive ecology and behavior of three sympatric sticklebacks (*Gasterosteidae*) in a saltmarsh. Biol. Behav. 8:67-69.

Fortier, L. et W.C. Leggett, 1983. Vertical migration and transport of larval fish in a partially mixed estuary. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40:1543-1555.

El-Sabh, M.I., E. Bourget, J.M. Bewers et J.-C. Dionne, 1979. Avant-propos *in* L'océanographie de l'estuaire du Saint-Laurent. Naturaliste Can. 106:7-12.

Green, R.H., 1979. Sampling design and statistical methods for environmental biologists. John Wiley & Sons, New York. xi + 257 p.

Grondin, C. et R. Nadeau, 1986. Évaluation de la faune ichtyologique présente dans la zone littorale de la côte de Beaupré en mai et juillet 1986. Rapport inédit, ministère des Pêches et des Océans, Division de l'habitat du poisson, 20 p.

Hugues, R.M. et J.R. Gammon, 1987. Longitudinal changes in fish assemblages and water quality in the Willamette River, Oregon. Trans. Am. Fish. Soc. 116:196-209.

Karr, J.R., K.D. Fausch, P.L. Angermeier, P.R. Yant et I.J. Scholsser, 1986. Assessing biological integrity in running waters: a method and its rationale. Ill. Nat. Mist. Surv. Spec. Publ. 5:28 p.

Laprise, R. et J.J. Dodson, 1989a. Ontogeny and importance of tidal vertical migrations in the retention of larval smelt (*Osmerus mordax*) in a well-mixed estuary. Mar. Ecol. Prog. Ser. 55:101-111.

Laprise, R. et J.J. Dodson, 1989b. Ontogenetic changes in the longitudinal distribution of two species of larval fish in a turbid well-mixed estuary. J. Fish. Biol. 35 (suppl. A):39-47.

Legendre, L. et T. Legendre, 1984. Écologie numérique I, le traitement multiple des données écologiques. Les Presses de l'Université du Québec, collection d'écologie 12, 2è édition, 197 pages.

Leonard, P.M. et D.J. Orth., 1986. Application and testing of an index of biotic integrity in small coolwater streams. Trans. Am. Fish. Soc. 115:401-414.

Levi, D. et J. Mortera, 1981. Problèmes d'échantillonnage, méthodes de prélèvements, de conservation, de préparation et de montage des parties osseuses et techniques de lecture utilisées pour déterminer l'âge des poissons. Rapport de la consultation technique sur les méthodologies utilisées dans la lecture de l'âge des poissons. Conseil général des pêches pour la Méditerranée (CGPM). Montpellier, 5-9 octobre 1981. FAO Rapport sur les pêches no 257, 104 p.

Mailhot, Y., J. Scrosati et D. Bourbeau, 1988. La population du poulamon atlantique de La Pérade: bilan, état de la situation actuelle en 1988 et nouveaux aspects de l'écologie de l'espèce. Rapport inédit, ministère du Loisir, de la Chasse et de la Pêche, Direction régionale de Trois-Rivières, Service de l'aménagement et de l'exploitation de la faune. ix + 77 p.

Scott, W.B. et M.G. Scott, 1988. Atlantic fishes of Canada. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. 219:731 p.

Shenker, J.M. et J.M. Dean, 1979. The utilization of an intertidal salt marsh creek by larval and juvenile fishes: abundance, diversity and temporal variation. Estuaries 2:154-163.

Verreault, G. et C. Langlois, 1984. Étude de la population d'omble de fontaine *Salvelinus fontinalis* (Mitchill) du lac Laflamme, réserve faunique des Laurentides (Québec). Rapp. tech. can. sci. halieut. aquat. no. 1 316 F: vii + 61 p.

ANNEXE 1. Clés âge-longueur pour le poulamon atlantique et l'éperlan arc-en-ciel.

Poulamon atlantique

LONGUEUR (mm)	AGE 0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	ni	Ni	ni/Ni
110	100.0									6.0	96.0	6.3
120	100.0									4.0	42.0	9.5
130	100.0									4.0	23.0	17.4
140	66.7	33.3								3.0	7.0	42.9
150	22.2	66.7	11.1							9.0	19.0	47.4
160	10.0	80.0	10.0							10.0	22.0	45.5
170		73.7	21.1	5.3						19.0	50.0	38.0
180		36.4	59.1	4.5						22.0	55.0	40.0
190		50.0	45.8		4.2					24.0	58.0	41.4
200		29.6	70.4							27.0	59.0	45.8
210		23.1	69.2	3.8			3.8			26.0	69.0	37.7
220		17.4	69.6	8.7			4.3			23.0	69.0	33.3
230		8.7	69.6	4.3	4.3	4.3		4.3	4.3	23.0	76.0	30.3
240		9.1	72.7	18.2					5.6	22.0	51.0	43.1
250		16.7	50.0	27.8						18.0	32.0	56.3
260			57.1	28.6		14.3				7.0	13.0	53.8
270		16.7	33.3	16.7	33.3					6.0	10.0	60.0
280			25.0	50.0	25.0					4.0	5.0	80.0
290				66.7		33.3				3.0	4.0	75.0
300					33.3	33.3	33.5			3.0	3.0	100.0
310						50.0	50.0			2.0	2.0	100.0
320										0.0	0.0	0.0
330										0.0	0.0	0.0
340						100.0				1.0	1.0	100.0
350						100.0				1.0	1.0	100.0

Eperlan arc-en-ciel

LONGUEUR (mm)	AGE 0+	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	ni	Ni	ni/Ni
80	100.0								1.0	2.0	50.0
90	100.0								1.0	4.0	25.0
100	100.0								2.0	18.0	11.1
110	100.0								6.0	51.0	11.8
120	75.0	25.0							4.0	30.0	13.3
130		100.0							2.0	14.0	14.3
140		40.0	60.0						5.0	28.0	17.9
150			100.0						8.0	64.0	12.5
160			44.4	44.4	11.1				9.0	74.0	12.2
170		16.7	66.7	16.7					6.0	59.0	10.2
180			14.3	57.1	28.6				7.0	49.0	14.3
190			18.2	63.6	18.2				11.0	49.0	22.4
200			33.3	33.3	33.3				6.0	35.0	17.1
210				42.9	57.1				7.0	29.0	24.1
220				20.0	60.0	20.0			5.0	16.0	31.3
230					80.0	20.0			5.0	12.0	41.7
240					33.3	66.7			3.0	8.0	37.5
250				25.0		50.0	25.0		4.0	6.0	66.7
260									0.0	0.0	0.0
270						100.0			1.0	1.0	100.0

ni: nombre de lectures d'âge pour la classe de longueur i
Ni: nombre d'individus mesurés dans la classe de longueur i
Les valeurs de la clé et les ni/Ni sont en %